

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический
университет»
Кафедра технологии машиностроения, сертификации и методики
профессионального обучения
Институт инженерно-педагогического образования

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:

Заведующий кафедрой _____

_____ Н.В. Бородина

« ____ » _____ 20 ____ г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Совершенствование технологического процесса механической обработки
детали «Клоц»

Исполнитель

студент группы ТО-402

(подпись)

Алешков Н.С.

Руководитель

доцент

(подпись)

Козлова Т.А.

Нормоконтролер

доцент, к.т.н.

(подпись)

Суриков В. П.

Екатеринбург 2017

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 86 страницах, содержит 18 рисунков, 37 таблиц, 25 источников литературы, а также 5 приложения на 38 страницах.

Ключевые слова: технологический процесс механической обработки, обрабатывающий центр, управляющая программа, конструкция зажимного приспособления, профстандарт, экономический эффект

Краткая характеристика содержания ВКР: В данной работе проанализирован заводской технологический процесс механической обработки детали «Клоц». На базе заводского техпроцесса был составлен новый с использованием нового оборудования, инструмента и оснастки. Разработана конструкция и произведен расчет зажимного приспособления. Выполнено технико-экономическое обоснование работы. Разработана обучающая программа для повышения квалификации рабочих.

1. Основная тема и проблемы, затронутые в ВКР.

Совершенствование технологического процесса механической обработки детали «Клоц». В данной работе затронуты проблемы низкой производительности труда, а также проблемы повышения квалификации рабочих.

2. Цель работы – совершенствование технологического процесса механической обработки детали «Клоц» с целью повышения производительности труда.

3. Результаты и / или выводы автора, его мнение, оценка.

В результате дипломного проектирования был усовершенствован технологический процесс механической обработки детали «Клоц».

					ДП 44.03.04.125ПЗ	Лист
						2
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1. АНАЛИЗ ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ	8
1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали	8
1.2. Анализ технологичности конструкции детали	9
1.3. Анализ методов обработки поверхностей	10
1.4. Определение типа производства	12
1.5. Анализ заводского технологического процесса	15
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	17
2.1. Выбор исходной заготовки и метода получения	17
2.2. Выбор технологических баз и методов обработки	20
2.3. Разработка маршрута обработки детали	23
2.4. Выбор средств технологического оснащения	24
2.5. Разработка технологических операций механической обработки детали	33
2.6. Разработка управляющей программы	34
2.7. Технологические расчеты	37
2.8. Конструкция и силовой расчет спроектированного зажимного приспособления	45
3. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ	50
3.1. Исходные данные, необходимые для выполнения экономического расчета	50
3.2. Определение капитальных вложений	52
3.3. Расчет технологической себестоимости детали	53
3.4. Затраты на заработную плату	54

3.5. Затраты на электроэнергию	57
3.6. Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования.....	58
3.7. Определение годовой экономии от изменения техпроцесса	61
4. МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	63
4.2. Анализ профессионального стандарта по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»	68
4.3. Анализ рабочей программы	71
4.4. Разработка урока теоретического обучения	76
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	80
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	81
ПРИЛОЖЕНИЕ А – КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС.....	82
ПРИЛОЖЕНИЕ Б – УПРАВЛЯЮЩАЯ ПРОГРАММА	83
ПРИЛОЖЕНИЕ В – МЕТОДИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ.....	84
ПРИЛОЖЕНИЕ Г – ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	85

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение – сфера промышленности, которая занимается обеспечением всех отраслей народного хозяйства машинам, техникой и оборудованием.

В России, машиностроение – это одна из самых мощных и объемных отраслей промышленности. Эта отрасль считается основой научного прогресса. Очень тяжело представить машиностроение без научных технологий или без наличия квалифицированных сотрудников. По этой причине предприятия машиностроения находятся в городах, где очень развито научное исследование.

Главные перспективы развития – это создание новых видов предприятий и расширение межотраслевых связей, коренная модернизация машиностроительных предприятий, увеличение рабочих мест на заводах, развитие новых отраслей и выпуск новых товаров, увеличение экспортного потенциала машиностроения.

В условиях серийного производства эффективным средством повышения производительности труда на основе автоматизации является использование оборудования с ЧПУ, в частности обрабатывающих центров. Это оборудование имеет широкие технологические возможности, легко переналаживается, обеспечивает высокое качество обработки, включает в себе широкие возможности для роста производительности труда и повышения его эффективности.

Целью дипломного проекта - совершенствование технологического процесса механической обработки детали «Клоц» с целью повышения производительности труда.

Задачи дипломного проектирования:

1. Проанализировать существующий заводской технологический процесс механической обработки детали «Клоц».

					ДП 44.03.04.125ПЗ	Лист
						6
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		

2. Разработать новый технологический процесс с использованием нового оборудования, оснастки и инструмента.

3. Произвести технико-экономические расчеты для экономического обоснования нового технологического процесса.

4. Разработать рабочую программу повышения квалификации рабочих.

					ДП 44.03.04.125ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		

1. АНАЛИЗ ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ

1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали

Объектом данного дипломного проекта была выбрана деталь «Клоц». Данная деталь служит крайним звеном в цепи и предназначена для толкания цилиндрического тела в корпусе машины. В процессе работы она испытывает небольшие ударные нагрузки. Данная деталь изготовлена из литейной стали марки 35ХГСЛ ГОСТ 977-88.

Характеристика материала Сталь 35ХГСЛ ГОСТ 977-88

Классификация: сталь для отливок легированная

Применение: зубчатые колеса, звездочки, оси, валы, муфты и другие ответственные детали, к которым предъявляются требования повышенной износостойкости. Индекс КТ указывает на то, что деталь подвергается закалке и отпуску, 85 – предел текучести.

Таблица 1 – Химический состав стали 35ХГСЛ в %

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	Fe
0,3 - 0,4	0,6 - 0,8	1 - 1,3	до 0,3	до 0,04	до 0,04	0,6 - 0,9	до 0,3	~96

Таблица 2 – Механические свойства стали 35ХГСЛ при T=20 °C

Сортамент	Размер	σ_B	σ_T	σ_5	Ψ	KCU	Термообработка
-	мм	МПа	МПа	%	%	кДж / м ²	-
Отливки, К35, ГОСТ 977-88	до 100	589	343	14	25	294	Нормализация 870 - 890 °C, Отпуск 570 - 600 °C,
Отливки, КТ60, ГОСТ 977-88		785	589	10	20	392	Закалка 870 - 880 °C, Отпуск 630 - 670 °C
Твердость 35ХГСЛ						HB 10 ⁻¹ =	163 - 240 Мпа
Твердость 35ХГСЛ после закалки и отпуска						HB 10 ⁻¹ =	217 - 269 Мпа

Так как сталь марки 35ХГСЛ предназначена для использования в условиях повышенной износостойкости, то можно сделать вывод, что материал для изготовления данной детали выбран целесообразно и обоснованно.

1.2. Анализ технологичности конструкции детали

Анализ технологичности конструкции детали производится с целью повышения производительности труда, снижения затрат и сокращения времени на технологическую подготовку производства. Конструкция изделия может быть признана технологической, если она обеспечивает просто и экономичное изготовление изделия и отвечает основным требованиям технологичности.

Для того чтобы определить технологичность конструкции детали необходимо выполнить качественную и количественную оценку.

Количественная оценка:

- 1) Коэффициент использования материала

$$K_{\text{ИМ}} = \frac{M_{\text{Д}}}{M_{\text{З}}} = \frac{0,32}{0,384} = 0,83 \text{ кг}; \quad (1)$$

где $M_{\text{Д}}$ – масса детали по чертежу, кг;

$M_{\text{З}}$ – масса материала, расходуемого на изготовление детали, кг;

- 2) Коэффициент точности обработки детали

$$K_{\text{Т}} = \frac{T_{\text{Н}}}{T_{\text{О}}} = \frac{4}{16} = 0,25; \quad (2)$$

где $T_{\text{Н}}$ – число размеров необоснованной степени точности обработки;

$T_{\text{О}}$ – общее число размеров, подлежащих обработке;


- 3) Коэффициент шероховатости поверхностей детали

$$K_{\text{Ш}} = \frac{\text{Ш}_{\text{Н}}}{\text{Ш}_{\text{О}}} = \frac{5}{16} = 0,3125; \quad (3)$$

где $\text{Ш}_{\text{Н}}$ – число поверхностей детали, не обоснованной шероховатости, шт;

$\text{Ш}_{\text{О}}$ – общее число поверхностей детали, подлежащих обработке, шт;

Качественная оценка:

Материал детали это литейная сталь 35ХГСЛ, заготовку получают литьем в кокиль, потому что к детали предъявляются высокие требования к качеству и надежности. 

При проведении анализа на технологичность конструктивных элементов можно отметить, что вся конструкция детали имеет сложную неправильную форму. -

Присутствует возможность совмещения конструкторских и технологических баз. +

Присутствует возможность одновременной обработки нескольких деталей на плоскошлифовальной операции. +

Поверхности используемые в качестве технологических баз соответствуют требованиям предъявляемым к ним и не нуждаются в корректировке. +

В результате анализа технологичности конструкции детали было установлено, что изменение конструкции детали не возможно, так как это повлияет функциональность ее работы в узле машины.

Поскольку в ходе количественной оценки было выявлено, что достаточное количество размеров не соответствуют заявленной точности, и требуется увеличить качество точности и увеличить шероховатость поверхности.

В результате анализа технологичности конструкции было установлено, что конструкция данной детали является не технологичной, но ее изменение не возможно в связи с ее служебным назначением.

1.3. Анализ методов обработки поверхностей

Анализ методов обработки поверхностей проводят с точки зрения обеспечения экономической точности, так как для достижения одной и той же конечной цели возможны несколько вариантов обработки каждой поверхности.

Таблица 3 – Методы обработки поверхностей

№ пов-ти	Вид пов-ти	Квалитет точности	Шероховатость пов-ти	МОП в МК	МОП эконом. точности	Примечание
1	Плоская	14	Rz80	Шлифование	Фрезерование	Не соотв.
2	Плоская	14	Rz80	-	-	Не соотв.
5	Плоская	14	Rz80	Шлифование	Фрезерование	Не соотв.
3	Цилиндр	10	Rz20	Сверление Зенкерование Развертыван.	Сверление Развертыван.	Не соотв.
4	Цилиндр	10	Rz20	Сверление Зенкерование Развертыван.	Сверление Развертыван.	Не соотв.
6	Цилиндр	9	Rz20	Сверление Зенкерование Развертыван.	Сверление Развертыван.	Не соотв.
7	Плоская	14	Rz80	Шлифование	Фрезерование	Не соотв.
8	Цилиндр	9	Rz20	Сверление Зенкерование Развертыван.	Сверление Развертыван.	Не соотв.
9	Плоская	14	Rz80	Фрезерование	Фрезерование	Соотв.
11	Цилиндр	14	Rz80	Фрезерование	Фрезерование	Соотв.
12	Плоская	14	Rz80	Фрезерование	Фрезерование	Соотв.
14	Плоская	12	Rz40	Фрезерование	Фрезерование	Соотв.
15	Плоская	12	Rz40	Фрезерование	Фрезерование	Соотв.
16	Цилиндр	14	Rz80	Фрезерование	Фрезерование	Соотв.
18	Плоская	14	Rz80	Фрезерование	Фрезерование	Соотв.
19	Плоская	14	Rz80	Фрезерование	Фрезерование	Соотв.
21	Цилиндр	14	Rz80	-	-	Не соотв.
23	Плоская	14	Rz80	Фрезерование	Фрезерование	Соотв.
24	Цилиндр	14	Rz80	-	-	Не соотв.

Выполнив анализ методов обработки поверхностей можно сделать заключение, о том, что большинство размеров не соответствуют методам обработки поверхности экономической точности и нуждаются в корректировке, а именно: у цилиндрических поверхностей нужно повысить квалитет до 9 и шероховатость до Rz10, у остальных изменить метод обработки с шлифования на фрезерование или повысить квалитет точности до 9, а шероховатость до Rz10.

1.4. Определение типа производства

Тип производства – это классификационная категория производства, определяемая по признакам широты номенклатуры, регулярности и объема выпуска изделий.

Годовая программа выпуска деталей равна 15000 штук.

Тип производства можно определить с помощью технологических характеристик:

1. Повторяемость – периодическая.
2. Технологическое оборудование – универсальное, частично специализированное и специальное
3. Приспособления – специальные, переналаживаемые.
4. Режущий инструмент – универсальный и специальный.
5. Измерительный инструмент – универсальный и специальный.
6. Настройка станка – станки настроенные.
7. Размещение технологического оборудования – по ходу технологического процесса.
8. Вид заготовки – отливки по металлическим моделям
9. Применение разметки – ограниченное, лишь для крупных и сложных деталей.
10. Метод достижения точности – метод полной и не полной взаимозаменяемости.
11. Степень детализации технологических процессов – более детальные технологические разработки (маршрутно-операционные и операционные техпроцессы)
12. Виды нормирования работ – техническое нормирование серийного производства.
13. Квалификация рабочих – различная.
14. Себестоимость продукции – средняя.

Таблица 4 – Зависимость типа производства от объема выпуска и массы детали

Масса детали, кг	Тип производства				
	Единичное	Мелкосерийное	Среднесерийное	Крупносерийное	Массовое
< 1,0	< 10	10 – 2000	1500 – 100000	75000 – 200000	200000
1,0 – 2,5	< 10	10 – 1000	1000 – 50000	50000 – 100000	100000
2,5 – 5,0	< 10	10 – 500	500 – 35000	35000 – 75000	75000
5,0 – 10,0	< 10	10 – 300	300 – 25000	25000 – 50000	50000
>10	< 10	10 – 200	200 – 10000	10000 – 25000	25000

При массе детали $m=0,32$ кг и $N_B=15000$ шт, ориентировочно принимаем тип производства – среднесерийный.

Одной из основных характеристик типа производства является коэффициент закрепления операций. (ГОСТ 3.1121-84):

Коэффициент закрепления операций

$$K_{3.0} = \frac{\sum O}{\sum P}, \quad (4)$$

где $\sum O$ – суммарное число различных операций, закрепленных за каждым рабочим местом;

$\sum P$ – суммарное число рабочих мест, на которых выполняются данные операции.

Используя тех. процесс установим Тшт. Для каждой операции и занесем все данные в таблицу.

Определим количество станков по формуле:

$$m_p = \frac{N * T_{шт.}}{60 * F_d * \eta_{з.н.}}, \quad (5)$$

где N – годовая программа выпуска деталей, шт;

Тшт. – штучное время, мин;

F_d – действительный годовой фонд времени, ч;

$\eta_{з.н.}$ – нормативный коэффициент загрузки оборудования.

Вычислим значение фактического коэффициента загрузки оборудования для каждой операции по формуле:

$$\eta_{з.ф} = \frac{m_p}{p}, \quad (6)$$

Вычислим количество операций, выполняемых на одном рабочем месте по формуле:

$$O = \frac{\eta_{з.н}}{\eta_{з.ф}}, \quad (7)$$

Результаты произведенных вычислений сведены в таблицу 5.

Таблица 5 – Данные для определения К з.о.

Операция	Тшт.(ш-к.)	mp	P	η з.ф.	O
Дробеочистка	0,17	0,013	1	0,013	60,672
Плоскошлифовальная	17,3	1,342	2	0,671	1,192
Вертикально-фрезерная с ПУ	14,2	1,101	2	0,550	1,453
Слесарная	1,3	0,101	1	0,101	7,934
Горизонтально-фрезерная	3,93	0,304	1	0,304	2,624
Слесарная	0,8	0,062	1	0,062	12,892
Радиально-сверлильная	13,4	1,039	2	0,520	1,539
Вертикально-фрезерная	4,33	0,336	1	0,335	2,382
Слесарная	1,8	0,139	1	0,140	5,730
Вертикально-фрезерная	2,25	0,175	1	0,174	4,584
Слесарная	0,6	0,046	1	0,046	17,190
Вертикально-фрезерная	1,92	0,149	1	0,149	5,372
Слесарная	1,4	0,108	1	0,108	7,367
Вертикально-фрезерная	1,87	0,145	1	0,145	5,515
Слесарная	1	0,078	1	0,077	10,314
Промывка	0,304	0,023	1	0,0235	33,928
Контроль	7	0,543	1	0,542	1,473
Пассивирование	0,1	0,007	1	0,007	103,142
	ΣТшт.= 73,674	Σmp= 5,714	ΣP=21		ΣO= 285,308

Определим коэффициент закрепления операций Кз.о, используя полученные значения по формуле 4:

$$K_{з.о} = \frac{285,308}{21} = 13,6$$

$10 < K_{з.о} \leq 20$ – среднесерийное производство.

Определим количество деталей в партии n , шт. для одновременного запуска.

$$n = \frac{N \cdot a}{254} = \frac{15000 \cdot 6}{254} = 354 \text{ дет.} \quad (7)$$

где a – периодичность запуска в днях,

254 – количество рабочих дней в году.

Групповая форма организации производства характеризуется периодическим запуском деталей партиями, что является признаком серийного производства.

Таким образом произведя расчет количества деталей в партии для одновременного выпуска принимается равным 354 шт, с периодичностью запуска в 6 дней, при количестве рабочих дней в году 254.

1.5. Анализ заводского технологического процесса

Данный технологический процесс механической обработки детали «Клоц» предполагает использование метода точного литья в кокиль в качестве получения заготовки, при малой годовой программе выпуска детали. Данный метод является не целесообразным и подлежит изменению. Но, так как в задании к дипломному проектированию указана годовая программа выпуска деталей в размере 15 000 следовательно данный метод можно считать рациональным.

Все черновые, чистовые и промежуточные базы на операциях тех. процесса выбраны правильно и подчиняются основным принципам базирования:

- принцип совмещения баз (в качестве технологических баз принимаются конструкционные, используемые для определения положения детали в пространстве).

- принцип постоянства баз (на основных операциях используются одни и те же базы). Он соблюдается полностью – на всех операциях в качестве базы используются боковые плоские поверхности.

- требование хорошей устойчивости и надежности установки заготовки.

Недостатки заводского технологического процесса:

1. Высокая трудоемкость изготовления детали.
2. Большое штучное время.
3. Использование большого количества оборудования.
4. Нецелесообразный метод получения заготовки.
5. Низкая производительность труда.

В связи с выявленными недостатками заводского технологического процесса предлагается:

1. Использовать высокопроизводительный универсальный обрабатывающий центр с ЧПУ MU-5000V.
2. Использовать высокопроизводительный металлорежущий инструмент.
3. Использовать специальное многоместное приспособление.

Отсюда следует, что пересчету подлежат режимы резания, операционное и штучное время, изменяется режущий, мерительный инструмент и приспособления.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Выбор исходной заготовки и метода получения

Выбор заготовки для дальнейшей механической обработки является одним из важнейших этапов проектирования технологического процесса изготовления детали.

На выбор заготовки влияют следующие факторы:

1. Материал – литейная сталь 35ХГСЛ.
2. Объем и тип производства – годовая программа выпуска-15000 штук; производство – среднесерийное.
3. Тип детали – корпус.
4. Размеры детали и оборудования, на котором она изготавливается.
5. Экономичность изготовления заготовки.

В базовом технологическом процессе заготовку получают литьем в кокиль.

Расчетная масса отливки определяется исходя из ее номинальных размеров.

Точность отливки 9-0-0-7 ГОСТ 26645-85;

9 – класс размерной точности,

0 – степень коробления,

0 – степень точности поверхностей,

7 – класс точности массы.

Определение размера отливки:

$$L_{отл} = (L_{дет} + Z_1 + Z_2) + \frac{T}{2}; \quad (8)$$

$$L_{отл} = (143 + 5 + 3,5) + \frac{2,4}{2} = 152,7;$$

Отливка по выплавляемым моделям, масса 0,43 кг.

При выборе вида заготовки для вновь проектируемого технологического процесса возможны следующие варианты:

1. Метод получения заготовки принимается литье в кокиль, такой же как на производстве.
2. Метод изменяется, что, однако, не вызывает изменений в технологическом процессе механической обработки.
3. Метод изменяется, и это влечет за собой изменения в ряде операций механической обработки детали.

В данном дипломном проекте мы имеем дело с первым методом. Так как способ получения заготовки оптимален для среднесерийного производства.

Описание метода получения заготовки

Литье в кокиль - способ получения отливок в металлических формах - кокилях. Эти формы изготавливаются из чугуна или стали. Заполнение формы сплавом и его затвердевание происходят без какого-либо внешнего воздействия. Основными преимуществами литья в кокиль являются: исключается процесс формовки, обеспечиваются благоприятные условия охлаждения, простота удаления отливок из формы, высокие точность размеров и чистота поверхности отливки, а также мелкое зерно металла отливки, что снижает металлоемкость изделий и повышает прочность металла.

Перспективно применение податливых металлических форм, изготавливаемых из пакетов листовой стали, а также тонкостенных водоохлаждаемых форм, в которых рабочая полость изготавливается в виде сменной штамповки.

При кокильном литье тонкостенных корпусных деталей из алюминиевых и магниевых сплавов применяют вакуумное отсасывание. Для получения крупногабаритных тонкостенных отливок применяют так

называемый метод «книжной» формовки, когда заливка производится в открытую форму с последующим выжиманием при смыкании полуформ.

Литьем в кокиль получают отливки из чугуна, стали, алюминиевых, медных, магниевых и других сплавов.

Обоснование оптимальности выбора, способа получения заготовки:

1. Коэффициент использования металла = 0,74 – что в свою очередь удовлетворяет требованиям среднесерийного производства.
2. Масса отливки 0,43 кг; масса готовой детали 0,32 кг;
3. Так как стоимость заготовки не меняется, то она не учитывается при расчете технологической себестоимости.

Стоимость заготовки:

$$C_z = M \cdot C_m - M_o \cdot C_o + C_{з.ч} \cdot T_{шт} \left(1 + \frac{C_{ц}}{100} \right) \quad (9)$$

где М – масса исходного материала на одну заготовку, кг;

C_m - оптовая цена на материал в зависимости от метода получения заготовки.[8]

M_o - масса отходов материала, кг;

C_o - цена 1 кг отходов, р;

$C_{з.ч}$ - средняя часовая заработная плата основных рабочих по тарифу, р./чел. - ч;

$T_{шт(ш-к)}$ - штучное или штучно-калькуляционное время черновой обработки заготовки, ч;

$C_{ц}$ - цеховые накладные расходы (для механического цеха могут быть приняты в пределах (80-100%).

Данные: $M_o=0.11$; $C_o=29,8$ руб/т. $C_{з.ч}=0,638$ руб/чел. $M= 0.43$ кг;
 $C_m=200$ руб/т; [8]

Тогда стоимость заготовка будет равна:

$$C_3 = 0,43 \cdot 0,2 - 0,11 \cdot 0,03 + 0,638 \cdot 0,046 \cdot \left(1 + \frac{80}{100}\right) =$$

$$0,086 - 0,0033 + 0,638 \cdot 0,046 \cdot 1,8 = 0.136 \text{ руб};$$

Таблица 6 – Данные для расчета стоимости заготовки

Общие исходные данные	Наименования показателей	Проектный техпроцесс
Материал детали – Сталь литейная 35ХГСЛ	Вид заготовки	литье под давлением
Масса детали - 0,32 кг	Класс точности	7
Годовая программа – 15000шт	Масса заготовки, кг	0,43
Тип производства – среднесерийное	Стоимость 1 т заготовок	200
	Стоимость 1 т стружки	29,8
	Коэффициент использования металла	0,74

В результате произведенного расчета можно сделать заключение о том, что данный метод получения заготовки является рациональным и может быть использован в качестве метода получения заготовки в данном технологическом процессе.

2.2. Выбор технологических баз и методов обработки

Исходными данными для выбора технологических баз обычно являются чертеж заготовки со всеми техническими требованиями; вид и точность заготовки; условия расположения и работы в машине.

В данном дипломном проекте также следует опираться на базовый технологический процесс. Черновыми базами являются две направляющие, на которые устанавливается деталь.

В ходе его анализа стало очевидно, что они как нельзя лучше подходят для этой роли. Это объясняется, прежде всего, тем, что выбранные базы полностью соответствуют основным принципам,

которыми обычно руководствуются при выборе технологических баз, а именно:

- принцип совмещения баз (в качестве технологических баз принимаются конструкционные, используемые для определения положения детали в пространстве).
- принцип постоянства баз (на основных операциях используются одни и те же базы). Он соблюдается полностью – на всех операциях в качестве базы используются боковые плоские поверхности.
- требование хорошей устойчивости и надежности установки заготовки.

Но, так как в проектируемом варианте используется новое специальное приспособление, меняется и схема базирования.

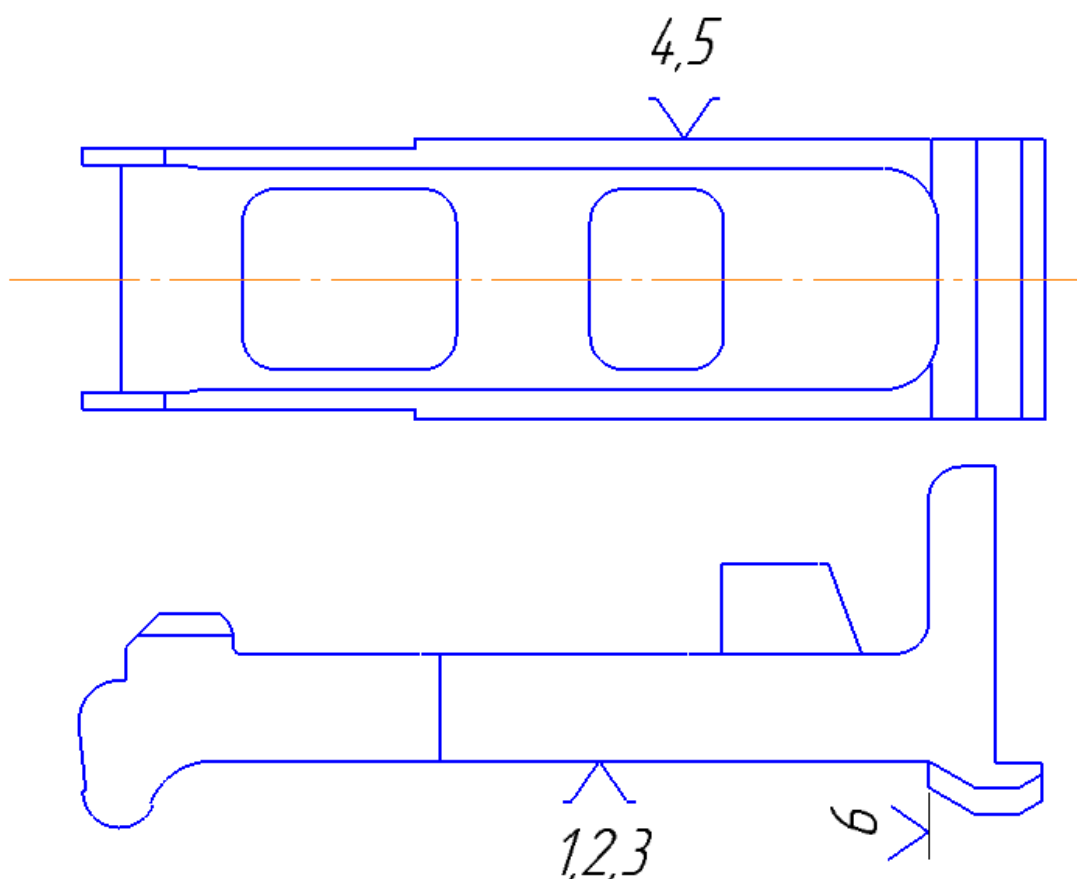


Рисунок 1 – Схема базирования на операции 05. Фрезерная с ЧПУ

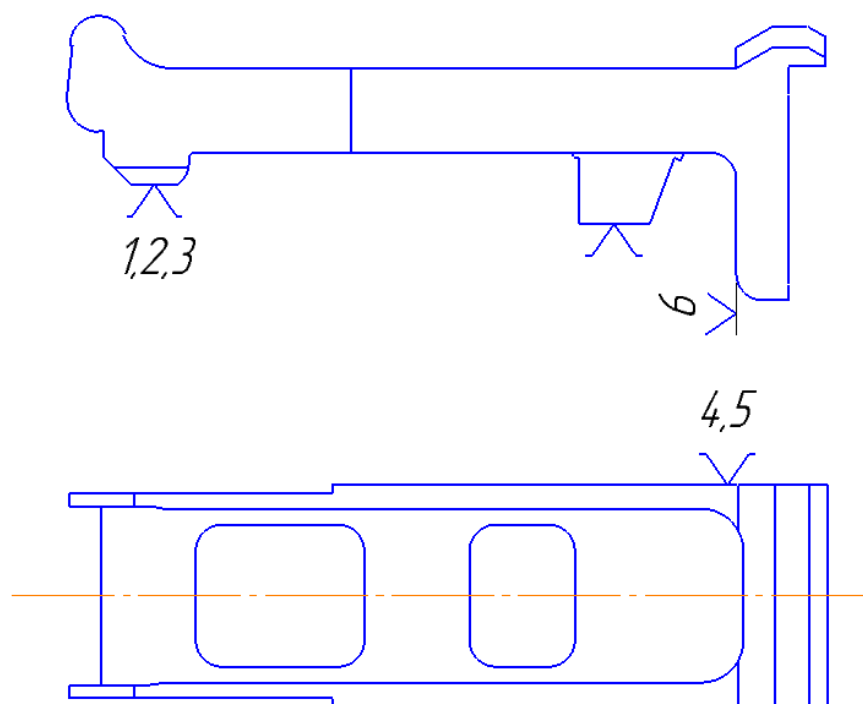


Рисунок 2 – Схема базирования на операции 10. Фрезерная с ЧПУ
Таблица 7 – Методы обработки поверхностей

№ пов-ти (Рисунок 3)	Вид пов-ти	Квалитет точности	Шероховатость пов-ти	МОП
1	Плоская	14	Rz80	Фрезерование
2	Плоская	14	Rz80	Фрезерование
3	Плоская	14	Rz80	Фрезерование
4	Плоская	14	Rz40	Фрезерование
5	Плоская	13	Rz80	Фрезерование
6	Плоская	14	Rz80	Фрезерование
7	Плоская	12	Rz40	Фрезерование
8	Плоская	14	Rz80	Фрезерование
9	Плоская	14	Rz80	Фрезерование
10	Плоская	14	Rz80	Фрезерование
11	Плоская	12	Rz40	Фрезерование
12	Плоская	14	Rz80	Фрезерование
13	Плоская	12	Rz40	Фрезерование
14	Плоская	12	Rz40	Фрезерование
15	Цилиндр	14	Rz20	Фрезерование
16	Цилиндр	9	Rz20	Сверление Развертывание
17	Цилиндр	9	Rz20	Сверление Развертывание
18	Цилиндр	10	Rz20	Сверление Развертывание
19	Цилиндр	10	Rz20	Сверление Развертывание

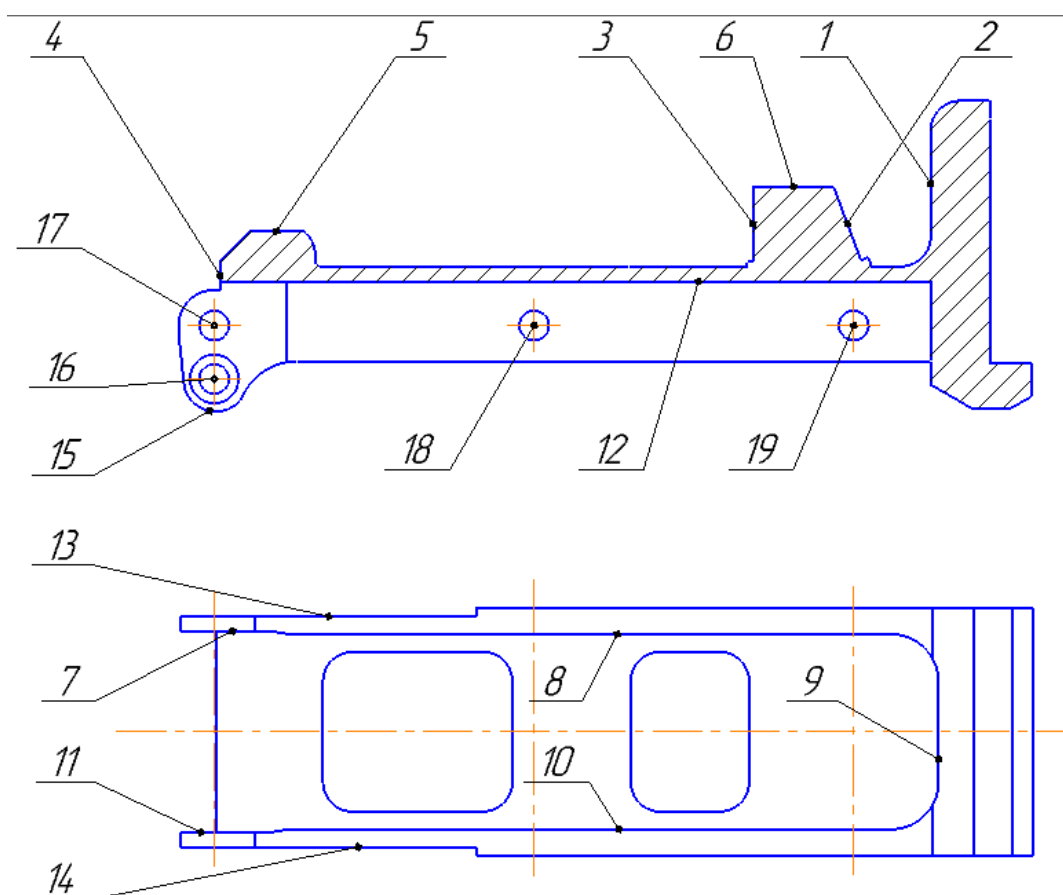


Рисунок 3 – Номера обрабатываемых поверхностей

В результате произведенной работы были выбраны технологические базы и назначены методы обработки для каждой поверхности.

2.3. Разработка маршрута обработки детали

Технологический маршрут был разработан на базе заводского технологического процесса. Для данных условий производства и с учетом задания на дипломное проектирование допускается использование станков с ЧПУ.

Для данного технологического процесса был выбран станок 5-осевой обрабатывающий центр фирмы OKUMA серии MU-5000V.

Использование такого оборудования позволяет сократить штучное время, снизить себестоимость детали.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Составление технологического маршрута обработки детали

На основании технологических задач составим технологический маршрут обработки детали на основе заводского технологического процесса обработки детали «Клоц».

Таблица 8 – Предлагаемый технологический маршрут

№ оп.	Наименование и краткое содержание операции	Приспособление, вспомогательный инструмент	Режущий, измерительный инструмент
1	2	3	4
00	Заготовительная. Литье в кокиль	-	-
05	Термическая обработка: нормализация, закалка	-	-
10	Комплексная с ЧПУ (Рисунок 4): Фрезеровать поверхность 1 Фрезеровать поверхность 2 Фрезеровать поверхность 3 Фрезеровать поверхность 4 Фрезеровать поверхность 5 Фрезеровать поверхность 6 Фрезеровать поверхности 7, 8, 9, 10, 11, 12 Фрезеровать поверхность 13 Фрезеровать поверхность 14 Фрезеровать ребра 15 Сверлить отв. 16, 17, 18, 19 Развернуть отв. 16, 17, 18, 19 Зенковать фаску отв. 16 с двух сторон	Специальное многоместное приспособление	Фреза концевая D10 Фреза концевая сферическая D10 Фреза концевая D 20 Фреза концевая D16 Фреза торцевая D63 Фреза концевая D20 Сверло D4,8 Развертка D5 Зенковка D4
15	Контрольная	-	-
20	Термическая обработка: отпуск	-	-
25	Пассивирование	-	-

Таким образом, был составлен новый маршрут обработки изделия. Далее следует выполнить экономический расчет для обоснования эффективности нового технологического процесса.

2.4. Выбор средств технологического оснащения

К средствам технологического оснащения относятся: технологическое оборудование; технологическая оснастка; средства механизации и автоматизации технологических процессов.

Выбор технологического оборудования зависит: от методов обработки; возможности обеспечить точность размеров и формы, а также качество поверхности изготавливаемой детали; габаритных размеров заготовок и размеров обработки; мощности, необходимой для резания; производительности и себестоимости в соответствии с типом производства; возможности приобретения и цены станка; степени удобства и безопасности работы станка.

1. Технологическое оборудование.

Для получения детали заданной точности и параметров шероховатости предлагается использовать следующие оборудование: 5-осевой обрабатывающий центр фирмы OKUMA серии MU-5000V (Рисунок 4).



Рисунок 4 – Универсальный обрабатывающий центр MU-5000V

Высокоскоростные и высокоточные 5-осевые вертикальные ОЦ серии MU-V с быстрым изменением угла наклона качающегося стола (более высокая жесткость конструкции, по сравнению со столами «глобусного»

типа) MU предназначен для комплексной обработки деталей из различных материалов, в том числе высоколегированных, закаленных сталей с твердостью поверхности HRC 58 ÷ 60. Совмещение в одной операции фрезерных и сверлильно-расточных работ позволяют резко сократить количество необходимой оснастки и трудоемкость изготовления деталей.

Технические возможности станка обеспечивают высокую производительность и точность при любом типе производства: от единичного и опытного до серийного. Станок данной модели нашел широкое применение в различных отраслях промышленности, в том числе в инструментальном производстве, при обработке штампов и пресс-форм.

Таблица 9 – Технические характеристики станка

Стол	
Максимальные размеры стола, мм	Ø 500
Расстояние от пола до верха стола, мм	1150
Максимальная нагрузка, кг	500
Перемещение	
Перемещение Ось X, мм	800
Перемещение Ось Y, мм	1050
Перемещение Ось Z, мм	600
Ось A, градусы	+90 ~ -120
Шпиндель	
Ось C, градусы	360
Скорость шпинделя, мин ⁻¹	10000 [15000, 20000, 25000]
Диаметр переднего подшипника, мм	70
Быстрое перемещение	
A/B/C, мин ⁻¹	A-C: 18000
Двигатели	
Главный шпиндель, кВт	11/7.5 [22/18.5, 30/22, 15/11]
Ось подачи	
Скорость рабочей подачи X, Z, мм/об	X/Y/Z: 50000
Ось X, м/мин	50
Ось Y, м/мин	50
Ось Z, м/мин	50

Окончание таблицы 9 – Технические характеристики станка

Инструмент	
Максимальное количество инструмента	32
Максимальный диаметр инструмента, мм	90 [100]
Максимальная длина (от линии измерения), мм	400
Максимальный вес инструмента, кг	8 12 [15]
Габариты	
Высота, мм	3435
Занимаемая площадь, мм	3995*2750 [3995*2840]
Вес, кг	15000

На данном станке перемещение вдоль осей X, Y, Z и вращение вокруг оси Z осуществляет инструмент. Поворот(C) и наклон(A) осуществляет стол станка.

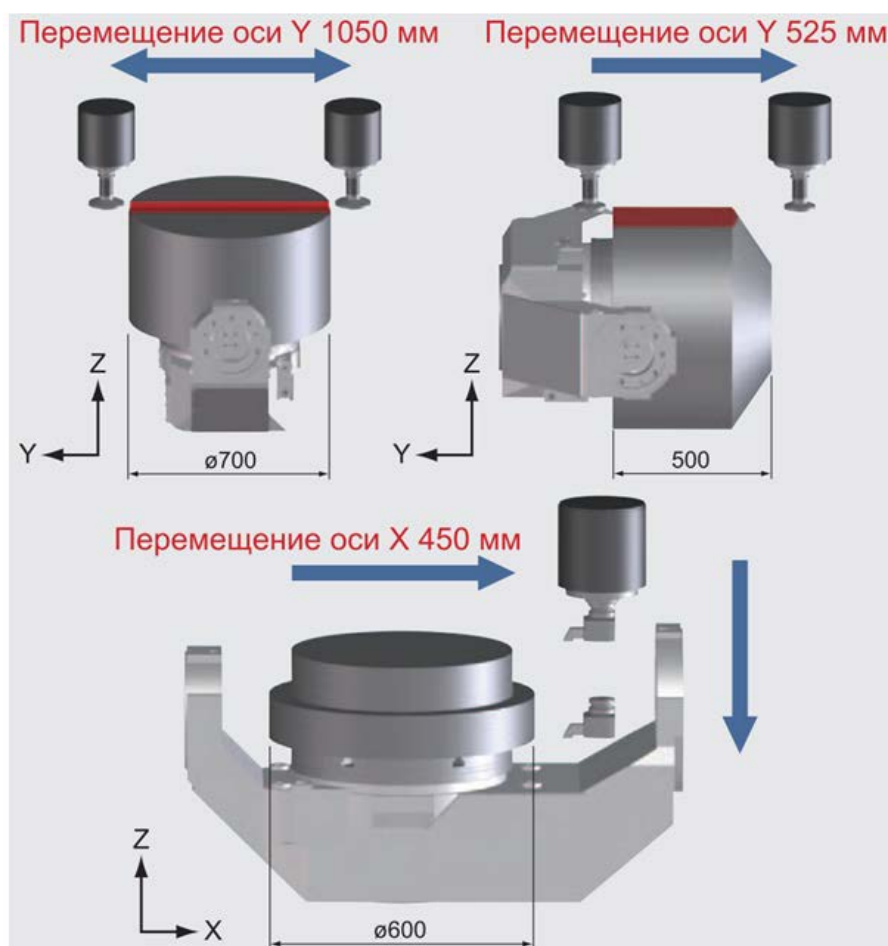


Рисунок 5 - Система координат станка

Также на станке присутствует система автоматической настройки по 5-ти осям, которая учитывает и отклонения в точности по причине изменений в температуре окружающей среды или нагреве шпинделя.

2. Приспособление.

Для надежного крепления детали на столе станка, и обеспечения точности размеров было спроектировано специальное многоместное приспособление с ручным зажимом.

В приспособление устанавливаются сразу 3 детали. Обработка деталей происходит последовательно, по одной поверхности у каждой детали.

Более подробно о конструкции приспособления в разделе 2.8.

Данное приспособление позволяет существенно сократить штучное время обработки одной детали, следовательно повышается производительность труда.

3. Металлорежущий инструмент.

В условиях современного производства следует использовать высококачественный инструмент из прочных материалов со специальным упрочняющим покрытием. Для данного технологического процесса были выбраны инструменты производителей двух фирм: Mitsubishi и ST Group. Данные производители уже давно зарекомендовали себя на рынке и имеют хорошие отзывы от рабочих на производстве. Данный инструмент обладает высокой производительностью, а также более продолжительной стойкостью в сравнении с универсальным инструментом.

Ценовая категория данного инструмента занимает средний уровень, поэтому было принято решение использовать инструмент именно этих производителей.

Выбор инструмента производился в соответствии с выбранным обрабатывающим центром, обрабатываемым материалом и геометрическими особенностями обрабатываемых поверхностей.

					ДП 44.03.04.125ПЗ	Лист
						28
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		

Mitsubishi

MSMHDRBD1600R100



Рисунок 6 – Монолитная концевая фреза MSTAR с угловым радиусом, высокопрочная

MS – монолитная концевая фреза MSTAR (Покрытие (Al,Ti) N) предлагает многостороннее использование;

M – средняя длина зуба;

H – большой угол наклона зубьев;

D – для глубокого резания;

RB – радиус на угле;

D1600 – диаметр фрезы 16 мм;

R100 – радиус на угле 1 мм.

MS4JCD1000E



Рисунок 7 – Монолитная концевая фреза MSTAR, полудлинная рабочая часть

MS – монолитная концевая фреза MSTAR (Покрытие (Al,Ti) N) предлагает многостороннее использование;

4 – 4 зуба;

J – полудлинная серия;

C – с центральной режущей кромкой.

MPS0480L-DIN-C



Рисунок 8 – Монолитное твердосплавное сверло с двойной ленточкой

MPS – сверло монолитное, сверхдлинное с 4-мя ленточками и внутренним подводом СОЖ;

0480 – диаметр сверла 4,8 мм.

L – длинная режущая часть.

ASX400R403S32



Рисунок 9 – Концевая фреза с механическим креплением
многогранных пластин

ASX-400 – «Предельное резание» торцевая фреза;

R40 – диаметр фрезы 40 мм;

3 – три режущих зуба;

S32 – диаметр хвостовика 32 мм;

Режущая пластина SOMT12T308PEER-JM

MS2LSD1200



Рисунок 10 – Монолитная концевая фреза MSTAR

MS – монолитная концевая фреза MSTAR (Покрытие (Al,Ti) N)
предлагает многостороннее использование;

2 – количество зубьев;

L – длинная режущая часть;

S – общего применения.

SRFH10S10MW



Рисунок 11 – Сферическая концевая фреза с механическим креплением
пластин

SRF – сферическая концевая фреза с механическим креплением
пластин,

H10 – диаметр режущей части 10мм,

S10 – диаметр хвостовика 10 мм,

MW – серия стандартной длины;

Режущая пластина SRFT10

CFSPR041S16S



Рисунок 12 – Зенковка с механическим креплением пластин
из твердого сплава

CFSP – зенковка с механическим креплением пластин с углом 45 град,
R04 – минимальный диаметр режущей части 4 мм,
1 – один режущий зуб,
S16 – диаметр хвостовика,
S – маленькая рабочая часть (длина шейки 25 мм).
Режущая пластина SPMW090304

ST Group

K410100500



Рисунок 13 – Цельная машинная развертка из твердого сплава
с прямыми канавками

K4101 – серия,
00500 – диаметр режущей части 5 мм.

Выбранный металлорежущий инструмент позволяет обеспечить требуемую точность и качество обрабатываемых поверхностей, а также существенно повысить производительность.

2.5. Разработка технологических операций механической обработки детали

Перед началом обработки три детали устанавливают в специальное приспособление с пневматическим зажимом. Так как в управляющей программе заложены все необходимые размеры приспособления, а приспособление выполнено с достаточной точностью. Следовательно нет необходимости определять положение каждой заготовки относительно системы координат станка. Достаточно определить положение приспособления, для этого датчиком касания Renishaw определяется положение боковой и задней поверхности приспособления.

На рисунке 13 изображена схема обработки: многоместная одноинструментальная последовательная обработка.

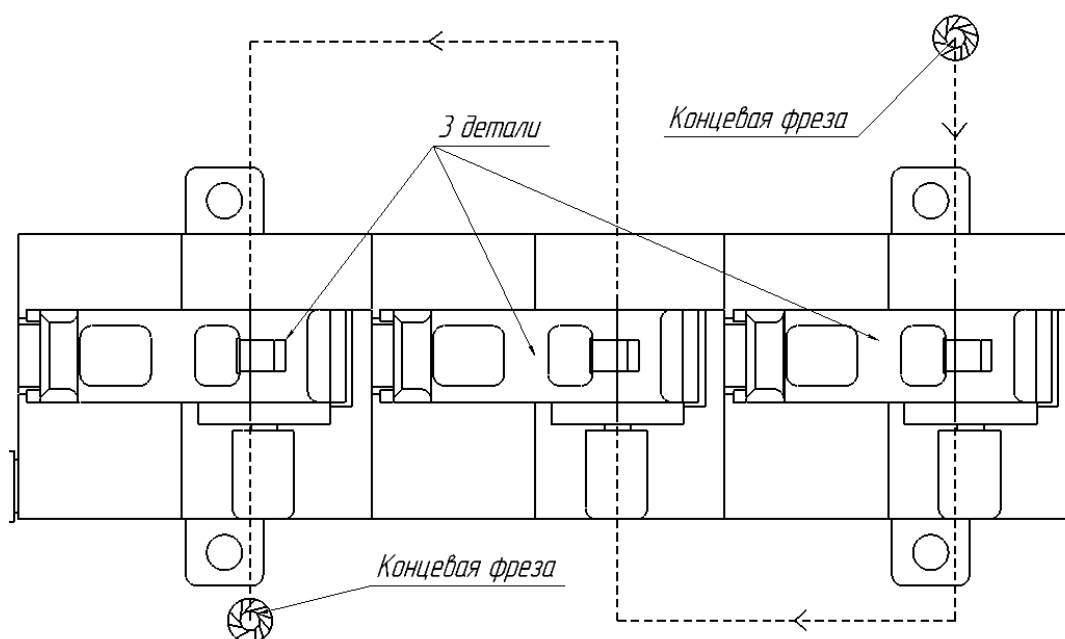


Рисунок 14 – Схема обработки в специальном приспособлении

После произведенной подготовки начинается процесс механической обработки детали «Клоц».

Составленный технологический маршрут механической обработки состоит из одной операции: 10. Комплексная с ЧПУ содержит 14 переходов, 2 установка.

В проектируемом техпроцессе используется восемь инструментов, семь из которых фирмы Mitsubishi и один фирмы ST Group. Выбранный инструмент в полной мере обеспечивает необходимые требования качества поверхностей и точности размеров.

На установке А используется три инструмента: сферическая фреза диаметром 10 мм, концевая цельная фреза диаметром 10 мм и торцевая фреза диаметром 40 мм.

Обрабатываются все доступные пазы и поверхности.

После завершения первых семи переходов оператор переустанавливает все детали в то же приспособление и продолжает обработку.

На установке Б используются шесть инструментов: концевая фреза диаметром 16 мм, концевая фреза диаметром 12 мм, торцевая фреза с СМП диаметром 40 мм, сверлом диаметром 4.8 мм, развертка диаметром 5 мм и зенковка диаметром 4 мм.

Обрабатываются оставшиеся поверхности и отверстия.

После обработки детали и приспособление продуваются сжатым воздухом и процесс повторяется.

2.6. Разработка управляющей программы

В данном дипломном проекте используется 5-ти осевой обрабатывающий центр японской компании OKUMA. При покупке станка на нем уже присутствует собственная система управления станком OSP-P300. Производитель данной системы также является компания OKUMA. Система OSP-P300 уже зарекомендовала себя на рынке и имеет множество преимуществ в сравнении с другими системами.

Базовые технические характеристики	Управление	X, Y, Z, A, C одновременно 5 осей, управление шпинделем (1 ось)
	Позиционн.обратн.связь	OSP Абсолютн.позиционная обратная связь (отвод в исходное положение не требуется)
	Функц.вычисл.координат	Система координат станка (1 ед.), рабочая система координат (20 ед.)
	Мин / Макс ввод данных	8-разрядов, 99999.999 ~0.001 мм (3937.0078~0.0001 дюймов), 0.001° Десятичн.: 1 мм, 10 мм, 1 мм (0.0001, 1 дюймов) (1°, 0.01°, 0.001°)
	Подача	Коррекция: 0 - 200%
	Управление шпинделем	Команды управления скоростью шпинделя (S5) коррекция 50~200%, индексация по неск.точкам
	Коррекция на инструм.	Кол-во зарегистриров.инстр.: макс. 999 ед., компенсация длины/радиуса: 3 единицы на инструмент
	Дисплей	15- дюймовый цветной дисплей с сенсорным управлением
Программирование	Самодиагностика	Автоматич.диагностирование и вывод на экран программы, управление, станок и задачи системы ЧПУ
	Объем памяти	Оперативная память: 4 Гб; буферная память: 2 Мб
	Программирование	Управл.программой, редак-ие, многофункцион-ть, задан.программы, постоянн.цикл, макро коды G-/M, ариф. и матем. функции, логич. позиция, переменные, оператор перехода, вычисл.координат/площади, преобразов.координат, помощь при прогн-ии, коррекция зажимов II
Операции	Простое выполнение операций	Функция "Однорежимная операция" для выполнения последовательности команд " Управление формой инструмента и информацией о коррекции для каждого инструмента. Данные об инстр-те доступны для механ.обработки, функции Advanced One-Touch IGF (опция) и системы предупреждения столкновений (опция) Усовершенствованные панель оператора и графич. представление обеспечивают бесперебойное упр-ие станком
	Обработка на станке	MDI, ручн.ввод данных (быстрый ход, ручн.подача, маховик), датчик нагрузки, помощь при сбоях, ручн. прерывание и автом. возврат, ввод/вывод пар-ов, самодиагностика, PLC монитор, коррекц. на располож.
	MacMap	Упр-ие обработкой: данные о ходе обработки, загрузка станка, сбор данных о неисправн. и состав-ие отчета, внешн. вывод данных
Связь / Сеть		USB (2 порта), Ethernet, интерфейс RS-232-C (1 канал)
Высокая скорости/Точность		Контроль Hi-Cut Pro, коррекция на погрешности шага

Рисунок 15 – Стандартные технические характеристики OSP-P300

С использованием данной стойки была разработана управляющая программа обработки детали «Клюц». Система использует основные G и M коды для создания управляющих программ. Также в ней присутствуют и нововведения в виде переменных, в которых может быть заложено множество корректировок.

Таблица 10 – Основные и вспомогательные команды

Код (функция)	Назначение и пример кадра с кодом
G00	Ускоренный ход – перемещение на очень высокой скорости в указанную точку
G01	Линейная интерполяция – перемещение по прямой линии на указанной скорости подачи
G02	Круговая интерполяция – перемещение по дуге по часовой стрелке на указанной скорости подачи
G03	Круговая интерполяция – перемещение по дуге против часовой стрелки на указанной скорости подачи
G17	Выбор плоскости XY
G18	Выбор плоскости ZX
G19	Выбор плоскости YZ
G20	Ввод дюймовых данных
G21	Ввод метрических данных
G40	Отменить компенсацию на радиус
G41	Компенсация радиуса слева
G42	Компенсация радиуса справа
G43	Коррекция положения инструмента
G54	Смещение инструмента по оси X
G55	Смещение инструмента по оси Y

Окончание таблицы 10 – Основные и вспомогательные команды

G56	Смещение инструмента по оси Z
G64	Режим контурной обработки
G90	Абсолютное позиционирование – все координаты отсчитываются от постоянной нулевой точки
G91	Относительное позиционирование – все координаты отсчитываются от предыдущей позиции
G81	Цикл сверления
G82	Цикл сверления с задержкой на дне отверстия
G83	Прерывистый цикл сверления
G85	Цикл растачивания отверстия
G96	Постоянная скорость резания ON
G97	Постоянная скорость резания OFF
M00	Приостановить работу станка до нажатия кнопки «старт» на пульте управления, так называемая «безусловная технологическая остановка»
M01	Приостановить работу станка до нажатия кнопки «старт», если включён режим подтверждения остановки
M03	Вращение шпинделя по часовой стрелке
M04	Обратное вращение шпинделя – шпиндель вращается против часовой стрелки
M05	Останов шпинделя
M06	Автоматическая смена инструмента
M08	Включение подачи охлаждающей жидкости
M09	Выключение подачи охлаждающей жидкости
M10	Зажим
M11	Разжим
M30	Конец программы, перевод курсора к началу программы
M70	Ручная смена инструмента
M98	Вызов подпрограммы.

В таблице 10 представлен блок управляющей программы (УП) с пояснениями для каждого кадра.

Таблица 11 – Фрагмент управляющей программы с содержанием кадров

Кадр УП	Содержание кадра
G15 N1	Полярная система координат (X – радиус, Y – угол)
S7639 M3	Скорость вращения шпинделя по часовой стрелке
G00 X5.477 Y-6.5 Z19.25	Перемещение на холостом ходу по заданным координатам
Z12.95	Перемещение на холостом ходу по заданным координатам
M8	Включение подачи охлаждающей жидкости
G94	F (подача) — в формате мм/мин
G01 Z5.45 F400	Линейное перемещение на рабочем ходу по заданным координатам, подача 400 мм/мин

Окончание таблицы 11 – Фрагмент управляющей программы с содержанием кадров

X17.	Линейное перемещение на рабочем ходу по заданным координатам
G03 X18.5 Y-5. I0. J1.5	Круговое перемещение против часовой стрелки на рабочем ходу по заданным координатам
G01 Y12.	Линейное перемещение на рабочем ходу по заданным координатам
G03 X17. Y13.5 I-1.5 J0.	Круговое перемещение против часовой стрелки на рабочем ходу по заданным координатам
G01 X-17.	Линейное перемещение на рабочем ходу по заданным координатам
G03 X-18.5 Y12. I0. J-1.5	Круговое перемещение против часовой стрелки на рабочем ходу по заданным координатам
G01 Y-5.	Линейное перемещение на рабочем ходу по заданным координатам
G03 X-17. Y-6.5 I1.5 J0.	Круговое перемещение против часовой стрелки на рабочем ходу по заданным координатам
G01 X-5.477	Линейное перемещение на рабочем ходу по заданным координатам
G00 Z19.25	Перемещение на холостом ходу по заданным координатам
M9	Отключение подачи СОЖ
M5	Останов шпинделя
Z1000	Отвод шпинделя
M1	Останов работы станка, до нажатия кнопки «Старт»

Управляющая программа была разработана на предприятии «Пумори-Инжиниринг Инвест», составляет 8 листов и представлена в Приложении Б.

2.7. Технологические расчеты

Расчет припусков

При проектировании технологических процессов механической обработки заготовок необходимо установить оптимальные припуски, которые обеспечили бы заданную точность и качество обрабатываемых поверхностей, и экономию материальных ресурсов.

Есть два основных метода определения припусков на механическую обработки поверхности: расчетно-аналитический и опытно-статистический (табличный).

Расчетно-аналитический метод определения припусков

Для проведения расчета припусков выбирается наиболее ответственный размер, в нашем случае это $37b12(-0.17/-0.42)$.

Суммарное значение пространственного отклонения для литья [4]:

$$\rho = \rho_{\text{кор}}; \quad (9)$$

$$\rho = \Delta y_l = 0,07 * 33 = 2,31 \text{ мкм};$$

Остаточное пространственное отклонение:

$$\rho_1 = 2310 * 0,08 = 185 - \text{черновое фрезерование};$$

$$\rho_2 = 2310 * 0,04 = 92 - \text{чистовое фрезерование};$$

Погрешность установки детали:

$$\varepsilon_y = \varepsilon_6 + \varepsilon_3; \quad (10)$$

$$\varepsilon_6 = 1000 \text{ мкм}; \varepsilon_3 = 500 \text{ мкм}; [4]$$

$$\varepsilon_y = 1000 + 500 = 1500 \text{ мкм};$$

Расчетные минимальные значения припуска[8]:

$$Z_{\min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_{i-1}; \quad (11)$$

$$Z_{\min 1} = 160 + 200 + 2310 + 1500 = 4170 \text{ мкм};$$

$$Z_{\min 2} = 20 + 20 + 92 + 1500 = 1785 \text{ мкм};$$

Расчетный размер D_p :

$$D_{p2} = 36,58 \text{ мм};$$

$$D_{p1} = 36,58 + 1,785 = 38,365 \text{ мм};$$

$$D_{p0} = 38,365 + 4,170 = 42,535 \text{ мм}$$

Наименьший предельный размер D_{\min} :

$$D_{\min 1} = 36,58 \text{ мм};$$

$$D_{\min 2} = 38,37 \text{ мм};$$

$$D_{\min 3} = 42,54 \text{ мм};$$

Наибольший предельный размер D_{\max} :

$$D_{\max 1} = 36,58 + 0,25 = 36,83 \text{ мм};$$

$$D_{\max 2} = 38,37 + 0,39 = 38,76 \text{ мм};$$

$$D_{\max 3}=42,54+0,62=43,16 \text{ мм};$$

Предельные значения припусков $2Z_{\min}^{\text{пр}}$;

$$2Z_{\min 2}^{\text{пр}} = 38,37 - 36,58 = 1,79 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min 2}^{\text{пр}} = 42,54 - 38,37 = 4,17 \text{ мм};$$

Предельное значение припусков $2Z_{\max}^{\text{пр}}$;

$$2Z_{\max 2}^{\text{пр}} = 38,76 - 36,83 = 1,93 \text{ мм};$$

$$2Z_{\max 2}^{\text{пр}} = 43,16 - 38,76 = 4,4 \text{ мм};$$

Проверка правильности произведенных расчетов

$$2Z_{\max} - 2Z_{\min} = T - T_{i-1}; \quad (12)$$

$$4,4-4,17=0,62-0,39=0,23$$

Расчет общего номинального припуска

Для наружной поверхности:

$$2Z_{\text{оном}} = 2Z_{0\min} + eiD_{\text{заг}} - eiD_{\text{д}}; \quad (13)$$

$$2Z_{0\min} = 4.17 + 0,5 - (-0,17) = 4,84 \text{ мм}.$$

Таблица 12 – Припуски и предельные размеров по технологическим переходам на обработку отверстия $37b12(-0.17/-0.42)$

Технологические переходы обработки поверхности отверстия	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск Z_{\min} , мкм	Расчетный размер D_p , мм	Допуск T , мм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мм	
	R_z	h	ρ	ε				D_{\min}	D_{\max}	$2Z_{\min}^{\text{пр}}$	$2Z_{\max}^{\text{пр}}$
Заготовка	160	200	2310	1500		42,535	0,62	42,54	43,16		
Фрезерование черновое	50	50	185	1500	4170	38,365	0,39	38,37	38,76	4,17	4,4
Фрезерование чистовое	20	20	92	1500	1785	36,58	0,25	36,58	36,83	1,79	1,93

Опытно-статистический (табличный) метод расчета припусков

На остальные обрабатываемые поверхности детали припуски, допуски и предельные отклонения на операционные расчеты определяются по ГОСТ 26645-85.

Таблица 13 – Припуски и допуски на обрабатываемые поверхности

Поверхность	Размер, мм	Припуск , мм	Допуск, мм	Предельное отклонение, мм	
				верхнее	нижнее
Фрезерная с ЧПУ	30(± 0.5)	1.6	1.8	0.9	0.9
Фрезеровать пов. 1	12.5(± 0.5)	1.6	1.4	0.9	0.9
Фрезеровать пов. 2	30(± 0.5)	1.6	1.8	0.9	0.9
Фрезеровать пов. 3	54(± 0.05)	1.6	2	1	1
Фрезеровать пов. 4	8.5h13(-0.22)	0.8	1.2	0.6	0.6
Фрезеровать пов. 5	12.5(± 0.5)	1.6	1.4	0.8	0.8
Фрезеровать пов. 6	32H12(+0.25)				
Фрезерная с ЧПУ	31H14	0.8	1.8	0.9	0.9
Фрезеровать пов.	8.5h13(-0.22)	1.3	1.8	0.9	0.9
7, 8, 9, 10, 11, 12	37b12($_{-0.42}^{-0.17}$)	0.8	1.2	0.6	0.6
		0.8	1.8	0.9	0.9
Фрезеровать пов.	37b12($_{-0.42}^{-0.17}$)				
13		0.8	1.8	0.9	0.9
Фрезеровать пов.	R5($_{-0.3}^{+0.5}$)				
14		1.4	1	0.5	0.5
Фрезеровать 2	D8.2H14(+0.36				
ребра)	1.6	1.2	0.6	0.6
Зенковать фаски					
16					

В результате произведенного расчета были определены припуски на обработку ответственных отверстий и назначены общие припуски на обработку остальных поверхностей.

Расчет режимов резания

Т. к. в проектируемом технологическом процессе используется современное оборудование и инструмент, то режимы резания целесообразно выбрать по инструментальным каталогам производителя в соответствии с выбранным режущим инструментом. Также при назначении режимов резания учитывается обрабатываемый материал.

Обрабатываемый материал	Углеродистая сталь, Легированная сталь (—30HRC) Чугун		Легированная сталь, Инструментальная сталь, Предварительно закалённая сталь (30—45HRC)	
	Диам. (мм)	Частота вращения (мин ⁻¹)	Подача (мм/мин)	Частота вращения (мин ⁻¹)
1	13000	90	9500	70
1.5	8500	90	6400	70
2	6400	90	4800	70
3	4200	100	3400	80
4	3400	120	2700	100
5	2900	150	2300	120
6	2500	180	2000	150
8	1900	200	1500	150
10	1600	200	1300	150
12	1300	180	1100	150

Глубина резания

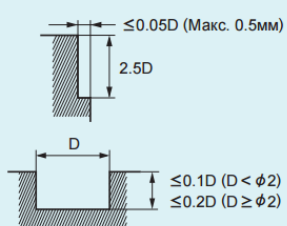


Рисунок 6 – Рекомендуемые режимы резания для цельной концевой фрезы MS4JCD1000E

Аналогичным способом определяются режимы резания для остальных переходов. Режимы резания представлены в таблице 13[21, 22, 23, 24].

Таблица 14 – Параметры режимов резания

Наименование операции, перехода, позиции	t, мм	So, мм/об	S, мм/мин	N, об/мин	V м/мин	Ne, кВт
Фрезерная с ЧПУ:						11
Фрезеровать поверхность 1	1.6	0,125	200	1600	51	
Фрезеровать поверхность 2	1.6	0,125	200	1600	51	
Фрезеровать поверхность 3	1.6	0,125	200	1600	51	
Фрезеровать поверхность 4	1.6	0,125	200	1600	51	
Фрезеровать поверхность 5	0.8	0,416	750	1800	114	
Фрезеровать поверхность 6	1.6	0,416	750	1800	114	
Фрезеровать поверхности 7, 8, 9, 10, 11, 12	0.8	0,364	800	2200	111	
Фрезеровать поверхность 13	0.8	0,54	600	1112	220	
Фрезеровать поверхность 14	0.8	0,54	600	1112	220	
Фрезеровать ребра 15	0.8	0,416	750	1800	114	
Сверлить отв. 16, 17, 18, 19	2,4	0,2	1060	5306	80	
Развернуть отв. 16, 17, 18, 19	0,1	0,1	89,2	892	14	
Зенковать фаску отв. 16	1.4	0,4	4138,4	10346	130	

В результате произведенного расчета были назначены режимы резания для каждой операции технологического процесса в соответствии с рекомендациями производителя.

Расчет технических норм времени

Под технически обоснованной нормой времени понимается время, необходимое для выполнения заданного объема работы при определенных организационно-технических условиях.

Технические нормы времени в условиях серийного производства устанавливаются расчетно-аналитическим методом.

Определение нормы штучно-калькуляционного времени $T_{ш-к}$

$$T_{ш-к} = T_{шт} + \frac{T_{п-з}}{n}; \quad (14)$$

где $T_{шт}$ – время изготовления одной детали, мин;

$T_{п-з}$ – подготовительно – заключительное время на партию деталей, мин;

n – количество деталей в настрочной партии, шт;

$$T_{шт} = t_o + t_b + t_{об} + t_{от}; \quad (15)$$

где t_o – основное время, мин;

t_b – вспомогательное время, мин.

$t_{об}$ – время на обслуживание рабочего места, мин.;

$t_{от}$ – время перерывов на отдых и личные надобности, мин.;

Вспомогательное время состоит из затрат времени на отдельные приемы:

$$t_b = t_{y.c.} + t_{з.о.} + t_{уп} + t_{из} \quad (15)$$

где $t_{y.c.}$ – время на установку и снятие детали, мин.;

$t_{з.о.}$ – время на закрепление и открепление детали, мин.;

$t_{уп}$ – время на приемы управления, мин.;

$t_{из}$ – время на измерение детали, мин.;

Определим время на установку и снятие детали [19,20]:

$$t_{y.c.} = 0,09 \text{ мин.}$$

Определим время на закрепление и открепление детали [19,20]:

$$t_{з.о.} = 0,058 \text{ мин.}$$

Определим время на приемы управления [19,20]:

$$t_{yn} = 0,036 + 0,01 + 0,01 = 0,039 \text{ мин}$$

Время на измерение детали [19,20]:

$$t_{изм} = 0,31 \text{ мин.}$$

Определим вспомогательное время:

$$t_g = 0,09 + 0,058 + 0,039 + 0,31 = 0,497 \text{ мин}$$

Время на обслуживание рабочего места в массовом и серийном производстве складывается из времени на организационное обслуживание $t_{орг}$ и времени на техническое обслуживание $t_{тех}$ рабочего места [19,20]:

$$t_{об} = t_{тех} + t_{орг}, \text{ мин;} \quad (16)$$

$$t_{об} = 0,1 \text{ мин}$$

Основное время t_o рассчитывается по всем переходам обработки с учетом совмещения переходов по формуле:

$$t_o = \frac{l \cdot i}{S_m}, \text{ мин;} \quad (17)$$

где l – расчетная длина обрабатываемой поверхности, мм.;

i – число ходов;

S_m – минутная подача.

В общем случае расчетная длина обрабатываемой поверхности:

$$l = l_o + l_{вр} + l_n + l_{сх}, \text{ мм;} \quad (18)$$

где l_o – длина обрабатываемой поверхности в направлении подачи, мм.;

$l_{вр}$ – длина врезания инструмента, мм.;

l_n – длина подвода инструмента к заготовке, мм.;

$l_{сх}$ – длина перебега (схода) инструмента, мм.

Далее приведен пример расчета перехода 12, сверление отверстий.

Определим длину обрабатываемой поверхности в направлении подачи:

$$l_o = 5 \text{ мм;}$$

Длина подвода инструмента к заготовке и длина перебега (схода) инструмента равны:

$$l_n = l_{cx} = 1 \text{ мм}$$

Длина врезания инструмента:

$$l_{вр} = 1 \text{ мм}$$

Определим расчетную длину обрабатываемой поверхности:

$$l = 5 + 1 + 1 + 1 = 8 \text{ мм};$$

Определим основное время:

$$t_o = \frac{8 * 2}{700} = 0,02 \text{ мин};$$

Сумму основного и вспомогательного времени называют оперативным временем:

$$t_{on} = t_o + t_e = 0,62 + 0,02 = 0,64 \text{ мин};$$

Трудоемкость операции определяется по формуле:

$$T_{ум-к} = \sum_{i=1}^n t_{on} \quad (19)$$

где n – количество операций.

В таблице 12 представлены рассчитанные технические нормы времени на операцию 10.

Таблица 15 – Технические нормы времени

Номер и наименование операции	t_o	t_v			$t_{об}$		$t_{от}$	$t_{шт}$	$t_{п-з}$	$n, \text{шт.}$	$t_{ш-к}$
		t_{yc}	t_{yn}	$t_{из}$	$t_{тех}$	$t_{орг}$					
10.Комплексная с ЧПУ	2,716	0,18	0,078	0,62	0,2	0,2	0,2	4,11	21,1	354	4,17

В результате произведенного расчета были определены технические нормы времени для перехода 12, а также установлены технические нормы времени для операции в целом.

2.8. Конструкция и силовой расчет спроектированного зажимного приспособления

Для надежного крепления детали на столе станка, и обеспечения точности размеров необходимо использовать специальное приспособление.

Зажимное приспособление лишает деталь 6-ти степеней свободы и надежно фиксирует ее положение относительно системы координат станка.

На рисунке 7 изображено многоместное зажимное приспособление с ручным зажимом. Приспособление в основании имеет ушки и центральную шпонку для крепления на столе станка. В связи с невозможностью использования пневматического зажима (не достаточное усилие зажима), было принято решение использовать ручной зажим.

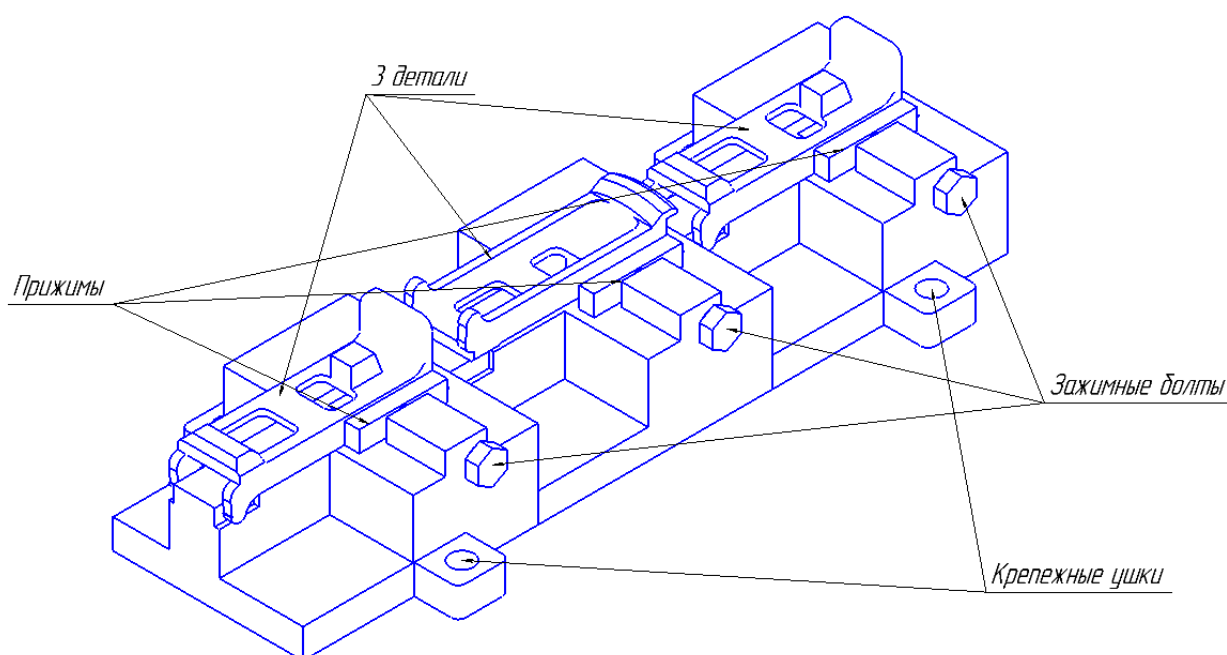


Рисунок 17 – Конструкция зажимного приспособления

В дипломном проекте необходимо рассчитать силу станочного зажимного приспособления, которое будет использоваться на операции, для которой были рассчитаны нормы времени.

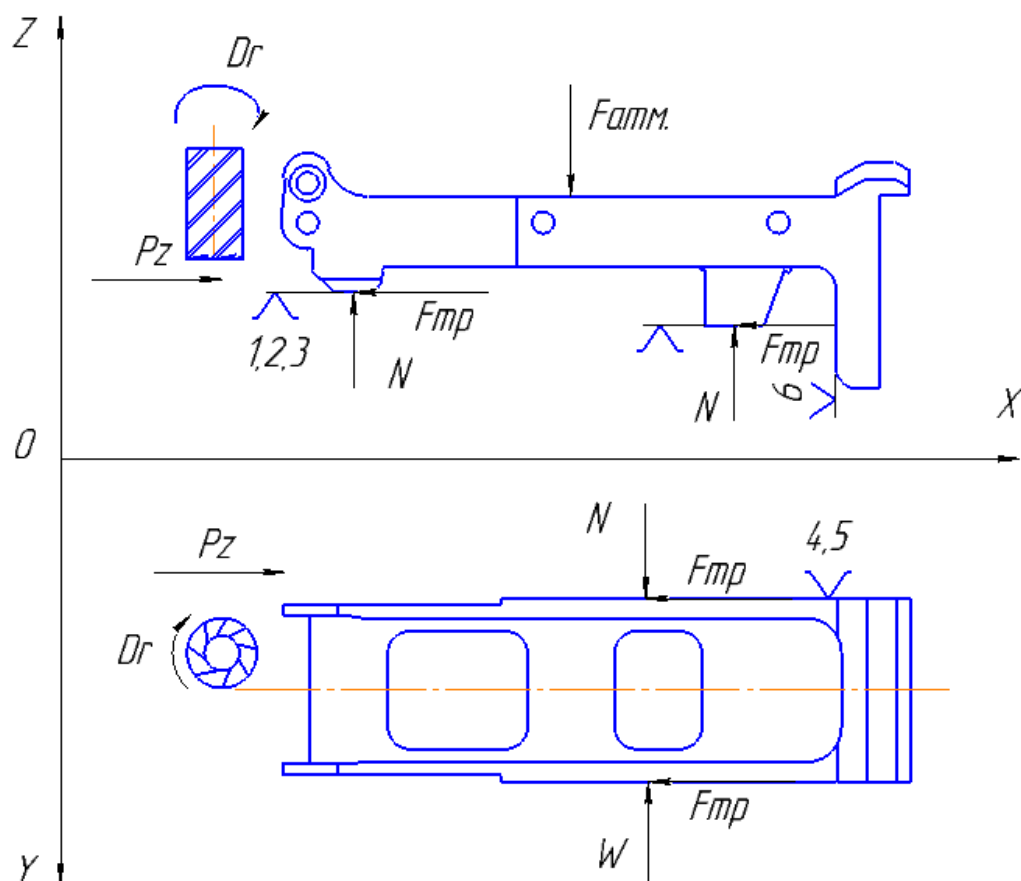


Рисунок 18 – Схема расположения сил зажимного приспособления

Сумма сил:

$$OX: Pz - F_{тр} - F_{тр} + Pz - F_{тр} - F_{тр} = 0$$

$$OY: N - W = 0$$

$$OZ: N + N - F_{атм.} = 0$$

где W – усилие зажима, Н;

N – реакция опоры, Н;

$F_{тр}$ – сила трения, Н;

$F_{атм.}$ – сила атмосферного давления, Н;

Т.к. вес детали составляет 0,32 кг, следовательно силы трения, возникающие в результате атмосферного давления очень малы и не учитываются.

Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата

Рассчитаем силу P_z , возникающую в результате обработки, используя справочные материалы по формуле

$$P_z = \frac{10 * C_p * t^x * S_z^y * B^u * z}{D^q * n^w} * K_{mp}, \quad (25)$$

где C_p – коэффициент (для концевых фрез из твердого сплава = 12,5)

t – глубина резания, мм.;

S_z – подача, мм/зуб;

B – ширина фрезерования, мм.;

z – число зубьев фрезы;

D – диаметр фрезы, мм.;

n – частота вращения фрезы, об/мин.;

K_{mp} – коэффициент для стали и чугуна, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала на силовые зависимости ($K_{mp} = 0.83$) [14, с. 277];

Показатели степени [14, с. 291]:

$x = 0.85$, $y = 0.75$, $u = 1$, $q = 0.73$, $w = -0.13$

$$\begin{aligned} P_z &= \frac{10 * 12,5 * 1,5^{0,85} * 0,09^{0,75} * 16^1 * 4}{16^{0,73} * 1400^{-0,13}} * 0,83 \\ &= \frac{125 * 1,41 * 0,16 * 64}{7,57 * 0,39} * 0,83 = \frac{1804,8}{2,95} * 0,83 = 507,8 \text{ Н} \end{aligned}$$

Тогда сила трения:

$$F_{тр} = N * f; \quad (26)$$

где N – реакция опоры, равная усилию зажима;

f – коэффициент трения (для стали $f = 0,2$);

Из условия равновесия сил следует, что:

$$P_z * K = F_{тр};$$

где K – коэффициент запаса закрепления определяется как [8]:

$$K = K_0 * K_1 * K_2 * K_3 * K_4 * K_5;$$

$$K = 1,5 * 1,2 * 1,2 * 1 * 1 * 1,6 = 2,16 - \text{примем } 2,5;$$

Отсюда следует:

$$F_{тр} = 507,8 * 2,5 = 1270 \text{ Н};$$

Рассчитаем необходимое усилие зажима:

$$W = N = \frac{F_{тр}}{f} = \frac{1270}{0,2} = 6350 \text{ Н};$$

Так как, для обеспечения силы зажима в данном приспособлении используется винтовой механизм с ручным приводом, то расчет усилия на рукоятке производится по следующей формуле [8]:

$$Q = \frac{W * (tg(\alpha + \varphi) * r_{cp} * 0,33 * \mu * \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2})}{L}; \quad (27)$$

где W - сила зажима заготовки винтом или гайкой, Н;

Q - усилие, приложенное к рукоятке, Н;

$L = (12..15)d$ - длина рукоятки зажима или гаечного ключа, мм;

d , мм - диаметр резьбы винтового зажима;

r_{cp} - средний радиус резьбы винта, мм;

α - угол подъема резьбы, град;

φ - приведенный угол трения в резьбе, град;

μ - коэффициент трения в резьбе;

D, d - наружный и внутренний диаметры шайбы или опорного торца гайки, мм;

Тогда усилие на рукоятке:

$$Q = \frac{6350 * (tg(3 + 6) * 6,5 * 0,33 * 0,2 * \frac{18^3 - 14^3}{18^2 - 14^2})}{210} =$$

$$\frac{6350 * (0,1564 * 0,429 * 24,125)}{210} = \frac{10278,6}{210} = 49 \text{ Н}$$

Таким образом, произведя расчет зажимного приспособления, и рассчитав коэффициент запаса, можно сделать вывод о том, что зажимное приспособление будет надежно фиксировать деталь во время обработки. А усилие на рукоятке не превышает допустимой нормы: для мужчин – 250 Н, для женщин – 150 Н.

					ДП 44.03.04.125ПЗ	Лист
						49
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		

3. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

Выбор методики расчета экономической эффективности мероприятий дипломного проекта определяется темой и содержанием технологической части работы, а также наличием необходимой исходной информации.

Предметом экономического обоснования является сравнение базового и предлагаемого технологических процессов.

3.1. Исходные данные, необходимые для выполнения экономического расчета

Годовая программа выпуска продукции

$N = 15000$ деталей в год.

Таблица 16 – Нормы времени по деталям операциям в проектом варианте

Вариант	Модель оборудования	Штучно- калькуляционное время, <i>t_{шт.к.}</i> , мин.
Предлагаемый Режим – трехсменный	MU-5000V	4,17
Базовый Режим – односменный	3Г71, ГФ-2171С5, ФУ-321, 2Л53, 6Н10	66,2

Продолжительность одной смены = 8 ч.

Таблица 17 – Стоимость оборудования

Тип	Модель	Стоимость, тыс. руб.	Мощность, N, кВт
Фрезерный обрабатывающий центр	MU-5000V	38556	11
Плоскошлифовальный Вертикально-фрезерный Горизонтально-фрезерный Вертикально-сверлильный Вертикально фрезерный	3Г71 ГФ-2171С5 ФУ-321 2Л53 6Н10	1600	3

Таблица 18 – Часовые тарифные ставки, применяемые на предприятии

Разряд	Часовая тарифная ставка, руб./час
4	187,2
5	217,8

Таблица 19 – Нормы амортизационных отчислений

Тип	Модель	Годовая норма амортизационных отчислений, На, %
Фрезерный обрабатывающий центр	MU-5000V	10
Плоскошлифовальный Вертикально-фрезерный Горизонтально-фрезерный Вертикально-сверлильный Вертикально фрезерный	ЗГ71 ГФ-2171С5 ФУ-321 2Л53 6Н10	10

Нормативы отчислений на ремонт оборудования.

Процент отчислений в ремонтный фонд $K_p=2\%$.

Стоимость электроэнергии и применяемых видов топлива.

Стоимость 1 кВт-ч электроэнергии $C_э=3.2$ руб./кВт-ч.

Годовой фонд времени одного рабочего.

Номинальный фонд времени = 1986 ч (в одну смену)

Потери составляют 10% (с учётом отпусков), тогда:

Действительный фонд времени = 1790 ч.

Таблица 20 – Нормы обслуживания станков вспомогательными рабочими (наладчиками, электронщиками)

Нормы обслуживания станков вспомогательными рабочими	
наладчиками	электронщиками
5	3

3.2. Определение капитальных вложений

Размер капитальных вложений по формуле

$$K = K_{об} + K_{прс} + K_{прг}, \quad (10)$$

где $K_{об}$ – капитальные вложения в оборудование, р.;

$K_{прс}$ – капитальные вложения в приспособления, р.;

$K_{прг}$ – капитальные вложения в программное обеспечение, р.;

Определение количества технологического оборудования

Потребность в оборудовании рассчитывается по следующей формуле:

$$q_p = \frac{t_{шт.к} \cdot N}{F_{\phi} \cdot k_{\phi} \cdot k_z \cdot 60}, \quad (11)$$

где $t_{шт.к}$ – штучно-калькуляционное время операции, мин;

N – годовая программа выпуска детали-представителя, шт;

60 – перевод минут в часы;

F_{ϕ} – действительный фонд времени работы оборудования, ч.;

k_{ϕ} – коэффициент выполнения норм времени (принимается по данным предприятия);

k_z – коэффициент загрузки оборудования (принимается по данным предприятия, и составляет $k_z = 0,7-0,8$).

Определим действительный годовой фонд по формуле

$$F_{об} = F_n \left(1 - \frac{k_p}{100}\right) = 5928 * \left(1 - \frac{2}{100}\right) = 5809 \text{ ч}, \quad (12)$$

где F_n – номинальный фонд времени работы единицы оборудования, ч;

K_p – потери номинального времени работы единицы оборудования на ремонтные работы, %.

Количество оборудования рассчитывается по сравниваемым операциям базового и проектного варианта. В исходных данных вариантов должны использоваться одинаковый режим работы оборудования. Принятое

количество технологического оборудования, $q_{пр}$, определяется путем округления полученного расчетного количества до ближайшего целого числа.

Таблица 21 – Потребность в оборудовании (по операциям)

Наименование операции	Модель оборудования	Штучно-калькуляционное время, тшт. к, мин.	Годовая программа выпуска деталей, N, шт.	Действительный фонд времени работы оборудования, Fд, ч	Коэффициент выполнения норм времени, кв	Коэффициент загрузки и оборудования, кз	Потребность в оборудовании, q		Расчетный коэффициент занятости оборудования, μ
							Расчётная	Принятая	
Фрезерная с ЧПУ	MU-5000 V	4,17	15000	5809	1,2	0,8	0,3	1	0,7

3.3. Расчет технологической себестоимости детали

Определим технологическую себестоимость по формуле

$$C = Z_M + Z_{ЗП} + Z_Э + Z_{об} + Z_{осн} + Z_{и}, \quad (13)$$

где Z_M – затраты на все виды материалов, комплектующих и полуфабрикатов;

$Z_Э$ – затраты на технологическую электроэнергию (топливо);

$Z_{ЗП}$ – затраты на заработную плату;

$Z_{об}$ – затраты на содержание и эксплуатацию оборудования;

$Z_{осн}$ – затраты, связанные с эксплуатацией оснастки;

$Z_{и}$ – затраты на малоценный инструмент.

В данном случае изменяются только следующие статьи затрат:

$Z_Э$ – затраты на технологическую электроэнергию;

$Z_{\text{зп}}$ – затраты на заработную плату;

$Z_{\text{об}}$ – затраты на содержание и эксплуатацию оборудования;

$Z_{\text{осн}}$ – затраты, связанные с эксплуатацией оснастки;

$Z_{\text{и}}$ – затраты на малоценный инструмент.

Так как расчет производится по операциям, то целесообразно сначала рассчитать технологическую себестоимость единицы, а затем годовой программы. Формулы расчета приводятся для операций. При определении величины отдельных статей затрат в целом затраты по рассматриваемым деталям операциям суммируются.

3.4. Затраты на заработную плату

Затраты на заработную плату рассчитываются по формуле

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{пр}} + Z_{\text{н}} + Z_{\text{эл}} + Z_{\text{к}} + Z_{\text{тр}}, \quad (14)$$

где $Z_{\text{ст}}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование станочников, руб.;

$Z_{\text{н}}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование наладчиков, руб.;

$Z_{\text{э}}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование электронщиков, руб.;

$Z_{\text{к}}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование контролеров, руб.;

$Z_{\text{тр}}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование транспортных рабочих, руб.

Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих с отчислениями на социальное страхование, руб. при применении сдельной формы оплаты труда:

$$Z_{\text{пр}} = C_{\text{т}} * t * k_{\text{мн}} * k_{\text{доп}} * k_{\text{есн}} * k_{\text{р}}, \quad (15)$$

где Ст – часовая тарифная ставка производственного рабочего на операции, руб.;

t шт.к – норма времени на операцию, ч

(для перевода минут в часы - разделить на 60);

кдоп – коэффициент, учитывающий дополнительную

заработную плату (по данным предприятия, приближенно кдоп = 1,2);

ксоц – коэффициент, учитывающий страховые взносы страхование

(ксоц = 1,3);

кп – поясной коэффициент (для Урала кп = 1,15);

Численность рабочих рассчитывается по всем категориям: производственные рабочие (станочники, операторы), наладчики, электронщики, транспортные рабочие, контролеры.

Численность станочников (операторов) рассчитывается по следующей формуле:

$$Ч_{ст} = \frac{t * N_{год} * k_{мн}}{F_p * 60}, \quad (16)$$

где Fp – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, ч;

кмн – коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание;

t – штучно-калькуляционное время операции, мин;

Nгод – годовая программа выпуска детали, шт.

Таблица 22 – Затраты на заработную плату

Вариант	Часовая тарифная ставка, р.	Штучно-калькуляционное время, мин	Заработная плата, р.	Рассчитанная численность станочников, чел.
Базовый	187,2	66,2	175,4	0,03
Предлагаемый	187,2	4,17	11,2	0,3

Оплата труда вспомогательных рабочих, как правило, осуществляется по повременной либо повременно-премиальной системе.

Основная и дополнительная заработная плата вспомогательных рабочих (наладчиков и электронщиков) находится по формуле

$$З_{всп} = \frac{С_{твсп} * F_p Ч_{всп} k_{доп} k_{есп} k_p}{N_{год}}, \quad (17)$$

где Ст(всп) – часовая тарифная ставка рабочего, соответствующей специальности и разряда, р.;

F_p – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, ч;

N_{год} – годовая программа выпуска детали, шт.;

Ч_{всп} – численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда, чел.

Численность наладчиков, электронщиков рассчитывается

по следующей формуле:

$$Ч_{н(э)} = \frac{q_p \cdot n}{H_{он(э)}}, \quad (18)$$

где n – число смен работы оборудования;

H_{он(э)} – число станков (станков с ЧПУ), обслуживаемых одним наладчиком (электронщиком), ед.(принимается по данным предприятия).

Численность контролеров и транспортных рабочих рассчитывается в процентах от числа производственных рабочих (станочников, операторов). Численность контролеров – 5%, численность транспортных рабочих - 7%.

Таблица 23 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, р.	Рассчитанная численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, р.
Наладчик	191.5	0,9	10.93
Электронщик	183.4	0,9	10.46
Контролер	181.5	0,9	10.36
Транспортный рабочий	137.2	0,9	7.8
Итого		3,6	39.55

3.5. Затраты на электроэнергию

Затраты на электроэнергию, расходуемую на выполнение одной деталиеоперации, рассчитываются по следующей формуле:

$$З_э = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{ep} \cdot k_{o.d} \cdot k_W \cdot t_{шт.к}}{\eta \cdot k_B \cdot 60} \cdot Ц_э \quad (19)$$

где N_y – установленная мощность главного электродвигателя, кВт;

k_N – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности, ($k_N=0,2-0,4$);

k_{ep} – средний коэффициент загрузки электродвигателя по времени, ($k_{ep}=0,7$) – для крупносерийного производства;

$k_{o.d}$ – средний коэффициент одновременности работы всех электродвигателей станка ($k_{o.d} = 0,6 - 1,3$);

k_W – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети завода (1,04 – в условиях массового производства; 1,08 – единичного или мелкосерийного);

η – коэффициент полезного действия оборудования (принимается по паспорту оборудования);

$Ц_э$ – стоимость 1 кВт-ч электроэнергии (принимается по данным предприятия).

Таблица 24 – Затраты на электроэнергию

	Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, мин	Затраты на электроэнергию, р.
Базовый вариант	6Н10	3	66,2	2.16
Проектный вариант	MU-5000V	11	4,17	0.47

3.6. Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитываются по формуле

$$З_{об} = C_{ам} + C_{рем}, \quad (20)$$

где $C_{ам}$ – амортизационные отчисления от стоимости технологического оборудования, руб.;

$C_{рем}$ – затраты на ремонт технологического оборудования, руб.;

Затраты на ремонт технологического оборудования рассчитываются по следующей формуле

$$C_{ам} = \frac{Ц_{об} * H_{ам} * t}{F_{об} * k_3 * k_{вн} * 60}, \quad (21)$$

где $H_{ам}$ – годовая норма амортизационных отчислений, % (принимается по данным предприятия);

Затраты на ремонт технологического оборудования определяется путем укрупненного расчета по примерным нормам затрат на ремонт от стоимости оборудования.

Результаты произведенных расчетов представлены в таблице 25.

Таблица 25 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования

№ операции	Модель оборудования	Стоимость, тыс. руб.	Годовая норма амортизационных отчислений, На, %	Штучно-калькуляционное время, штг.к, час	Действительный фонд времени работы оборудования, Фд, ч	Коэффициент загрузки оборудования, кз	Коэффициент выполнения норм времени, кв	Амортизационные отчисления от стоимости технологического оборудования, За, тыс. руб.	Коэффициент отчислений в ремонтный фонд, Кр	Расчётная потребность в оборудовании, qr	Годовая программа выпуска деталей, N, шт.	Затраты на ремонт технологического оборудования, Зр, руб.
Базовый	6Н10, ГФ217 1	1600	10	0.17 3	1936	0.8	1.2	160	2	0.00 8	94	5.2
Проектный	MU- 5000V	38556	10	0.11 1	5809	0,8	1,2	3855	2	0,3	1500 0	-

Затраты на малоценный инструмент.

Затраты на инструмент на основании определяются как суммарная стоимость инструмента, приходящаяся на одну деталь.

Затраты на эксплуатацию инструмента

Затраты на эксплуатацию инструмента вычисляются по формуле

$$З_{и} = \frac{Ц_{и} + \beta_{п} * Ц_{п}}{T_{ст} * (\beta_{п} + 1)} * T_{м} * \eta_{и}, \quad (22)$$

где Ц_и – цена единицы инструмента, р.;

β_п – число переточек;

Цп – стоимость одной переточки, р.;

Тст – период стойкости инструмента, мин;

Тм – машинное время, мин;

ηи – коэффициент случайно убыли инструмента.

$$З_{и(баз)} = \frac{535}{60} * 10,52 * 1.1 = 103,2 \text{ р}$$

$$З_{и(пр)} = \frac{866}{120} * 3,1 * 1.1 = 24,6 \text{ р}$$

Затраты на эксплуатацию оснастки

Затраты на эксплуатацию оснастки определяются по формуле

$$З_{осн} = \frac{q_p * N_{прс} * Ц_{прс} * N_{ам}^{прс}}{N_{год} * 100}, \quad (23)$$

где q_p – расчетное количество оборудования, шт.;

$N_{прс}$ – количество приспособлений на единицу оборудования, шт.;

$Ц_{прс}$ – стоимость приспособлений, р.;

$N_{ам(прс)}$ – норма амортизационных отчислений на приспособления,
% (по сроку полезного использования);

$N_{год}$ – годовая программа выпуска деталей, шт.

$$З_{осн(баз)} = \frac{1 * 10450 * 10\%}{94 * 100} = 0.11 \text{ р}$$

$$З_{осн(пр)} = \frac{1 * 24000 * 10\%}{15000 * 100} = 0.01 \text{ р}$$

Таблица 26 – Технологическая себестоимость обработки детали, р.

Статья затрат	Базовый вариант	Проектный вариант
Заработная плата	175,4	11,2
Затраты на технологическую электроэнергию	0.33	0.45
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	5.2	-
Затраты на эксплуатацию оснастки	0.11	0.01
Затраты на малоценный инструмент	103,2	24,6
Итого	284,24	36,26

3.7. Определение годовой экономии от изменения техпроцесса

Одним из основных показателей экономического эффекта от спроектированного варианта технологического процесса является годовая экономия, полученная в результате снижения себестоимости:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (C_{\text{б}} - C_{\text{пр}}) * N_{\text{год}}, \quad (24)$$

где $C_{\text{б}}$; $C_{\text{пр}}$ – технологическая себестоимость одной детали по базовому и проектируемому вариантам соответственно, р.;

$N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска детали, шт.

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (284.24 - 36.26) * 15000 = 3719700 \text{ р.}$$

Таблица 17 – Техничко-экономические показатели проекта

Наименование показателя	Значение показателя по вариантам		Изменения показателя
	Базовый вариант	Проектируемый вариант	
Годовой выпуск деталей, шт.	94	15000	+14906
Количество оборудования, шт.	5	1	-
Количество рабочих, чел.	7	5	-2
Стоимость оборудования, тыс. руб.	1600	38556	+36956
Трудоемкость изготовления 1-ой детали, н-ч	66,2	4,17	-52.5
Технологическая себестоимость одной детали, р.	284,24	36,26	-247,98
Производительность труда	1947	30906	-
Рост производительности труда, %	14,9		
Годовой экономический эффект, тыс.руб.	3719,7		

В результате произведенного технико-экономического анализа и выполненных расчетов можно сделать вывод о экономической целесообразности проектируемого технологического процесса, так как себестоимость продукции снижается в 7,8 раз в результате роста производительности труда, повышения загрузки оборудования, сокращения удельных затрат материалов, электроэнергии.

Рост производительности труда обуславливает увеличение объема выпуска продукции с 94 шт. до 15000 шт. в год, что при неизменных

материальных и трудовых затратах также ведет к снижению себестоимости продукции.

В результате совершенствования технологии механической обработки детали «Клоц», расчета снижения трудоемкости технологического процесса и роста производительности труда, связанных с внедрением в производство более эффективного металлообрабатывающего оборудования был получен годовой экономический эффект в размере 3719700 р.

					ДП 44.03.04.125ПЗ	Лист
						62
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		

4. МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

В данном дипломном проекте разработан технологический процесс механической обработки детали «Клоц», с применением современного обрабатывающего центра MU-5000V. В связи с этим существует необходимость в переподготовке квалифицированных рабочих кадров, по профессии – «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением» 4 разряда. Переподготовка операторов станков с ЧПУ будет производиться из рабочих, проработавших на предприятии определенное время и имеющих опыт работы на производстве по профессии «Фрезеровщик» 5 разряда.

Целью курса переподготовки по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением» является формирование у обучающихся знаний и умений, необходимых для наладки и подналадки обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; а также обработка простых и сложных деталей на обрабатывающих центрах с ЧПУ.

Задачей курса является достижение более высокой степени квалификации в данной сфере профессиональной деятельности.

Переподготовка операторов станков с ЧПУ производится непосредственно на предприятии, которое располагает собственным учебным центром подготовки и переподготовки кадров. Прохождение курсов переподготовки даёт возможность станочникам познать технологические новшества, изучая некоторые инновационные технологии, а также сохранить рабочие места на предприятии и не терять время на поиски новых сотрудников.

Для разработки учебного плана переподготовки оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ из фрезеровщика в учебном центре, необходимо проанализировать профессиональные стандарты «Оператора-

наладчика обрабатывающих центров с числовым программным управлением» и «Фрезеровщика».

4.1. Анализ профессионального стандарта по профессии «Фрезеровщик»

Анализ содержания профессиональной деятельности фрезеровщика был проведен с использованием профессионального стандарта «Фрезеровщик» (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 17 апреля 2014 г. N 265н) [15].

В соответствии с профессиональным стандартом требования к рабочему по профессии «Фрезеровщик» 5 разряда представлены в таблице 28.

Таблица 28 – Анализ обобщенной трудовой функции

Наименование	Обработка сложных деталей, узлов и изделий из различных материалов на универсальных и специальных станках фрезерной группы	Код	С	Уровень квалификации	5
Возможные наименования должностей	Фрезеровщик 5 разряда Станочник широкого профиля 5 разряда				
Требования к образованию и обучению	Образовательные программы среднего профессионального образования - программы подготовки специалистов среднего звена, программы подготовки квалифицированных рабочих (служащих) Основные программы профессионального обучения - программы профессиональной подготовки по профессиям рабочих, должностям служащих, программы переподготовки рабочих, служащих, программы повышения квалификации рабочих, служащих Дополнительные профессиональные программы - программы повышения квалификации, программы профессиональной переподготовки				

Окончание таблицы 28 – Анализ обобщенной трудовой функции

Требования к опыту практической работы	Требования к опыту практической работы в соответствии с действующим законодательством и нормативными документами предприятия/отрасли
Особые условия допуска к работе	Допуск к работе в соответствии с действующим законодательством и нормативными документами предприятия/отрасли

Трудовая функция «Обработка сложных деталей, узлов и изделий из различных материалов на универсальных и специальных станках фрезерной группы» имеет код С/01.5 - С/09.5 и принадлежит пятому уровню квалификации. В рамках анализируемой обобщенной трудовой функции, обучаемый должен уметь выполнять следующие трудовые функции представленные в таблице 29.

Таблица 29 – Трудовые функции

Фрезерование наружных и внутренних поверхностей сложных деталей, узлов и изделий из различных материалов с точностью размеров по 9 - 8 качеству	С/01.5
Фрезерование наружных и внутренних поверхностей деталей, узлов и изделий со сложной установкой, с труднодоступными для обработки и измерений местами из различных материалов с точностью размеров по 9 - 8 качеству	С/02.5
Фрезерование поверхностей различной геометрической формы на цилиндрических и конических поверхностях сложных деталей, узлов, изделий из различных материалов с точностью размеров по 9 - 8 качеству	С/03.5
Фрезерование фасонных поверхностей и сопряжений сложных деталей, узлов, изделий из различных материалов с точностью размеров по 9 - 8 качеству	С/04.5
Фрезерование сложного инструмента, штампов, пресс-форм, матриц из различных материалов с точностью размеров по 8 качеству	С/05.5
Фрезерование многозаходных резьбовых поверхностей деталей, узлов и изделий из различных материалов по 7 - 8 степени точности	С/06.5
Фрезерование зубьев деталей зубчатых соединений из различных материалов по 8 степени точности	С/07.5
Фрезерование наружных и внутренних плоскостей, расположенных под разными углами, со сложной установкой деталей, узлов, изделий из различных материалов	С/08.5
Фрезерование крупногабаритных и тонкостенных деталей, узлов и изделий сложных конфигураций из различных материалов	С/09.5

Выбрана трудовая функция С/01.5 «Фрезерование наружных и внутренних поверхностей сложных деталей, узлов и изделий из различных материалов с точностью размеров по 9 - 8 качеству», ее анализ приведен в таблице 30.

Таблица 30 – Анализ трудовой функции С/01.5

Наименование	Фрезерование наружных и внутренних поверхностей сложных деталей, узлов и изделий из различных материалов с точностью размеров по 9 - 8 качеству	Код	С/01.5	Уровень (подуровень) квалификации	5
1	2				
Трудовые действия	Подготовка и обслуживание рабочего места фрезеровщика				
	Анализ исходных данных (техническая документация, детали) для ведения технологического процесса фрезерования наружных и внутренних поверхностей сложных деталей, узлов и изделий из различных материалов				
	Подготовка фрезерного станка к ведению технологического процесса фрезерования наружных и внутренних поверхностей сложных деталей, узлов и изделий из различных материалов				
	Ведение технологического процесса фрезерования наружных и внутренних поверхностей сложных деталей, узлов и изделий из различных материалов в соответствии с технической документацией				
	Контроль качества фрезерования наружных и внутренних поверхностей сложных деталей, узлов и изделий из различных материалов				
Необходимые умения	Поддерживать состояние рабочего места в соответствии с требованиями охраны труда, противопожарной, промышленной и экологической безопасности, правилами организации рабочего места фрезеровщика				
	Проводить ежесменное техническое обслуживание станка				
	Выполнять текущую наладку фрезерного станка				
	Читать и применять техническую документацию при выполнении работ				
	Выполнять расчеты величин предельных размеров и допуска по данным чертежа/эскиза и определять годность заданных действительных размеров				
	Выбирать, подготавливать к работе и использовать универсальные, специальные приспособления, режущий и контрольно-измерительный инструмент				
	Определять и устанавливать оптимальный режим фрезерной обработки в зависимости от материала, формы обрабатываемой поверхности и типа фрезерного станка				

Окончание таблицы 30 – Анализ трудовой функции С/01.5

	Вести обработку в соответствии с технологической картой и установленной точностью размеров
	Выполнять измерения обработанных поверхностей универсальными и специализированными измерительными инструментами в соответствии с технологическим процессом
	Соблюдать правила охраны труда, противопожарной и промышленной безопасности при проведении работ
	Применять средства индивидуальной и коллективной защиты
Необходимые знания	Требования к планировке и оснащению рабочего места фрезеровщика
	Порядок ежедневного технического обслуживания станка
	Основные свойства и маркировка обрабатываемых и инструментальных материалов
	Правила чтения технической документации
	Знаки условного обозначения допусков, квалитетов, параметров шероховатости, способов базирования
	Допуски и посадки, квалитеты и параметры шероховатости в пределах выполняемых работ
	Устройство, назначение, порядок и правила текущей наладки фрезерного станка
	Устройство, назначение, правила и условия применения универсальных и специальных приспособлений
	Устройство, назначение и правила пользования режущим и измерительным инструментом
	Правила определения оптимального режима фрезерной обработки в зависимости от материала, формы обрабатываемой поверхности и типа фрезерного станка
	Правила, последовательность и способы фрезерования наружных и внутренних поверхностей сложных деталей, узлов и изделий из различных материалов
	Основные виды и причины брака при фрезеровании поверхностей, способы предупреждения и устранения
	Правила охраны труда, противопожарной и промышленной безопасности при ведении работ
	Правила применения средств индивидуальной и коллективной защиты
Другие характеристики	-

4.2. Анализ профессионального стандарта по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»

Анализ содержания профессиональной деятельности оператора-наладчика обрабатывающих центров с числовым программным управлением был проведен с использованием профессионального стандарта «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации 4 августа 2014г. № 530н, регистрационный номер 131 [25]:

В соответствии с профессиональным стандартом требования к рабочему по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров» 4 разряда представлены в таблице 31.

Таблица 31 – Анализ обобщенной трудовой функции

Наименование	Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей	Код	А	Уровень квалификации	2
Возможные наименования должностей	Наладчик обрабатывающих центров (4-й разряд) Оператор обрабатывающих центров (4-й разряд) Оператор-наладчик обрабатывающих центров (4-й разряд) Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 2-й квалификации Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ 2-й квалификации Наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 2-й квалификации				
Требования к образованию и обучению	Среднее профессиональное образование – программы подготовки квалифицированных рабочих (служащих)				
Требования к опыту практической работы					
Особые условия допуска к работе	Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований), а также внеочередных медицинских осмотров (обследований) в установленном законодательством Российской Федерации порядке Прохождение работником инструктажа по охране труда на рабочем месте				

Трудовая функция «Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей» имеет код А/01.2- А/07.2 и принадлежит второму уровню квалификации.

В рамках анализируемой обобщенной трудовой функции, обучаемый должен уметь выполнять следующие трудовые функции представленные в таблице 32.

Таблица 32 – Трудовые функции

Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8–14 квалитетам	А/01.2
Настройка технологической последовательности обработки и режимов резания, подбор режущих и измерительных инструментов и приспособлений по технологической карте	А/02.2
Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях	А/03.2
Отладка, изготовление пробных деталей и передача их в отдел технического контроля (ОТК)	А/04.2
Подналадка основных механизмов обрабатывающих центров в процессе работы	А/05.2
Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам	А/06.2
Инструктирование рабочих, занятых на обслуживаемом оборудовании	А/07.2

Выбрана трудовая функция А/05.2 - «Подналадка основных механизмов обрабатывающих центров в процессе работы» ее анализ приведен в таблице 33.

Таблица 33 - Анализ трудовой функции А/01.2

Наименование	Подналадка основных механизмов обрабатывающих центров в процессе работы	Код	А/01.2	Уровень (подуровень) квалификации	2
Трудовые действия	Трудовые действия по трудовой функции код А/01.2 «Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8–14 квалитетам»				
	Регулировка основных механизмов автоматических линий в процессе работы				
	Доводка и наладка основных механизмов автоматических линий				
Необходимые умения	Необходимые умения по трудовой функции код А/01.2 «Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8–14 квалитетам»				
	Выполнять подналадку основных механизмов обрабатывающих центров в процессе работы				
Необходимые знания	Необходимые знания по трудовой функции код А/01.2 «Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8–14 квалитетам»				
	Правила подналадки и проверки на точность обрабатывающих центров с ЧПУ				
	Способы корректировки режимов резания по результатам работы станка; системы допусков и посадок, квалитеты и параметры шероховатости				
	Требования, предъявляемые к качеству изготавливаемой детали				
Другие характеристики	Выполнение работ под руководством наладчика более высокой квалификации				
	Наличие II квалификационной группы по электробезопасности				

В итоге анализа данной трудовой функции можно сформировать учебный план переподготовки фрезеровщика в оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в учебном центре.

4.3. Анализ рабочей программы

Программа консультационного курса по основам управления многофункциональными обрабатывающими центрами с ЧПУ OSP (OKUMA) содержит 27 тем. По окончании образовательной программы учащиеся сдают экзамен. Общая трудоемкость программы составляет 72 часа, данная программа предоставлена в таблице 7.

Таблица 34 – Программа консультационного курса по основам управления многофункциональными обрабатывающими центрами с ЧПУ OSP (OKUMA)

№ п/п	Тема	Часы
1	Технические характеристики станка	
2	Назначение кнопок главного пульта управления.	2
3	Включение и выключение станка.	2
4	Безопасность работы и назначения блокировок станка.	2
5	Перемещение осей в ручном режиме с главного пульта и с помощью импульсной ручки.	2
6	Операции при работе со шпинделем в ручном режиме: задание вращения, останов.	1
7	Установка инструмента в revolverную головку, его регистрация.	2
8	Операции в режиме MDI: перемещение осей, задание вращения шпинделя, останов.	1
9	Операции в режиме MDI: задание подготовительных и вспомогательных функций.	1
10	Автоматический режим: выбор управляющих программ, их запуск, останов и сброс.	1
11	Автоматический режим: выбор плановых программ, их запуск, останов и сброс.	2
12	Возобновление обработки программы после останова и ее сброса (RESTART).	2
13	Автоматический режим: покадровая обработка, пропуск кадра, останов по M01.	2
14	Изменение подачи быстрого хода, рабочей подачи, скорости вращения шпинделя в автоматическом покадровом и автоматическом непрерывном режимах.	2
15	Выход в ручной режим во время автоматической обработки детали без сброса программы.	2
16	Автоматическая обработка: функция блокировки приводов, ускоренный прогон программы.	2
17	Индикация на главном пульте управления и экранные режимы дисплея.	2

Окончание таблицы 34 – Программа консультационного курса по основам управления многофункциональными обрабатывающими центрами с ЧПУ OSP (OKUMA)

18	Создание и редактирование управляющих программ	8
19	Ввод и вывод управляющих программ.	4
20	Функция HELP (помощь).	2
21	Назначение, установка и модификация COMMON VARIABLE (глобальных переменных).	2
22	Установка компенсации на длину инструмента и его модификация.	4
23	Установка компенсации на радиус инструмента и его модификация.	4
24	Настройка TOUCH SETTER – M.	4
25	Автоматическое определение вылета инструмента с помощью TOUCH SETTER – M.	4
26	Установка смещения нулевой точки и ее модификация.	4
27	Смена инструмента.	2
28	Работа со стружкоуборочным конвейером	2
29	Экзамен	4

В результате анализа профессионально стандарта и рабочей программы была установлена их взаимосвязь. Каждый пункт трудовой функции отражается в рабочей программе.

Таблица 35 – Взаимосвязь рабочей программы и профессионального стандарта

	Трудовые функции	Тема образовательной программы
Трудовые действия	Изучение конструкторской документации станка и инструкции по наладке обрабатывающих центров	Технические характеристики станка Включение и выключение станка. Безопасность работы и назначения блокировок станка.
	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8–14 квалитетам (на основе знаний и практического опыта)	Перемещение осей в ручном режиме с главного пульта и с помощью импульсной ручки. Операции при работе со шпинделем в ручном режиме: задание вращения, останов. Установка инструмента в револьверную головку, его регистрация. Операции в режиме MDI: перемещение осей, задание вращения шпинделя, останов. Операции в режиме MDI: задание подготовительных и вспомогательных функций.

Продолжение таблицы 35 – Взаимосвязь рабочей программы и профессионального стандарта

	Контроль точности и работоспособности позиционирования обрабатывающего центра с ЧПУ с помощью измерительных инструментов	Настройка TOUCH SETTER – М. Автоматическое определение вылета инструмента с помощью TOUCH SETTER – М.
	Регулировка основных механизмов автоматических линий в процессе работы	Выход в ручной режим во время автоматической обработки детали без сброса программы. Изменение подачи быстрого хода, рабочей подачи, скорости вращения шпинделя в автоматическом покадровом и автоматическом непрерывном режимах. Возобновление обработки программы после останова и ее сброса (RESTART).
	Доводка и наладка основных механизмов автоматических линий	
Необходимые умения	Пользоваться встроенной системой измерения инструмента Пользоваться встроенной системой измерения детали Отслеживать состояние и износ инструмента Применять контрольно-измерительные приборы и инструменты	Настройка TOUCH SETTER – М. Автоматическое определение вылета инструмента с помощью TOUCH SETTER – М. Установка компенсации на радиус инструмента и его модификация. Установка компенсации на длину инструмента и его модификация.
	Выполнять наладку односторонних обрабатывающих центров с ЧПУ Выполнять подналадку основных механизмов обрабатывающих центров в процессе работы	Перемещение осей в ручном режиме с главного пульта и с помощью импульсной ручки. Операции при работе со шпинделем в ручном режиме: задание вращения, останов. Установка инструмента в револьверную головку, его регистрация. Операции в режиме MDI: перемещение осей, задание вращения шпинделя, останов. Операции в режиме MDI: задание подготовительных и вспомогательных функций.
	Параметры и установки системы ЧПУ станка	Создание и редактирование управляющих программ Ввод и вывод управляющих программ.

Продолжение таблицы 35 – Взаимосвязь рабочей программы и профессионального стандарта

Необходимые знания	Способы и правила механической и электромеханической наладки, устройство обслуживаемых однотипных станков	<p>Технические характеристики станка</p> <p>Перемещение осей в ручном режиме с главного пульта и с помощью импульсной ручки.</p> <p>Операции при работе со шпинделем в ручном режиме: задание вращения, останов.</p> <p>Установка инструмента в револьверную головку, его регистрация.</p> <p>Операции в режиме MDI: перемещение осей, задание вращения шпинделя, останов.</p> <p>Операции в режиме MDI: задание подготовительных и вспомогательных функций.</p> <p>Установка компенсации на длину инструмента и его модификация.</p> <p>Установка компенсации на радиус инструмента и его модификация.</p>
	Системы управления и структура управляющей программы обрабатывающих центров с ЧПУ	Создание и редактирование управляющих программ
	<p>Правила проверки станков на точность, на работоспособность и точность позиционирования</p> <p>Устройство, правила проверки на точность однотипных обрабатывающих центров с ЧПУ</p> <p>Устройство и правила применения универсальных и специальных приспособлений, контрольно-измерительных инструментов, приборов и инструментов для автоматического измерения деталей</p> <p>Правила настройки и регулирования контрольно-измерительных инструментов и приборов</p>	Настройка TOUCH SETTER – М. Автоматическое определение вылета инструмента с помощью TOUCH SETTER – М.
	Правила заточки, доводки и установки универсального и специального режущего инструмента	Установка инструмента в револьверную головку, его регистрация.
	Правила подналадки и проверки на точность обрабатывающих центров с ЧПУ	Автоматическая обработка: функция блокировки приводов, ускоренный прогон программы.

Окончание таблицы 35 – Взаимосвязь рабочей программы и профессионального стандарта

	Способы корректировки режимов резания по результатам работы станка; системы допусков и посадок, качества и параметры шероховатости	Изменение подачи быстрого хода, рабочей подачи, скорости вращения шпинделя в автоматическом по кадровому и автоматическом непрерывном режимах.
Другие характеристики	Выполнение работ под руководством наладчика более высокой квалификации	Установка смещения нулевой точки и ее модификация. Установка компенсации на радиус инструмента и его модификация. Установка компенсации на длину инструмента и его модификация.

Выбрана тема «Установка инструмента в revolverную головку, его регистрация». Тематический план изучения данной темы состоит из 2 разделов, представлен в таблице 36.

Таблица 36 – План изучения темы «Установка инструмента в revolverную головку, его регистрация.»

№ п/п	Наименование разделов программы	Всего часов	В том числе:		Форма контроля
			Теоретическое занятие	Практические занятия	
1	Установка инструмента в revolverную головку, его регистрация.	2	2	0	Индивидуальное задание
	Итого:	2	2	0	Зачет

В соответствии с тематическим планом изучения программы «Установка инструмента в revolverную головку, его регистрация.» на лекции отводится 2 часа.

4.4. Разработка занятия теоретического обучения

Тема занятия: «Установка инструмента в револьверную головку, его регистрация».

Цели занятия:

Образовательная – формирование знаний у слушателей о регистрации нового инструмента в системе станка; формирование умений в установке и регистрации инструмента.

Развивающая – развитие у обучаемых логического мышления, памяти и умений обобщать полученные сведения и делать выводы;

Воспитательная – воспитание у обучаемых интереса к выбранной профессии, с целью положительной мотивации обучаемых к дальнейшему обучению.

Тип занятия: лекция, ориентированная на усвоение новых знаний и повторение имеющихся.

Метод обучения: рассказ, беседа, объяснение, задание.

Оснащение занятия: ноутбук, мультимедиапроектор, симулятор системы OSP-P300, слайды, таблицы, доска, мел, чертежи, схемы.

Продолжительность теоретического занятия: 90 минут

Занятие проходит в учебном классе.

Ход урока представлен в таблице 37.

Организационная часть: Поприветствовать учащихся. Сообщить тему занятия: «Установка инструмента в револьверную головку, его регистрация» и план изложения нового материала:

- основные команды программирования с адресом G,
- вспомогательные команды с адресом M,
- описание основных команд,
- пример разработанной УП.

Таблица 37 - Деятельность преподавателя и учащегося на теоретическом занятии (рассчитана на 2 академических час)

№ этапа	Наименование этапа урока	Деятельность преподавателя	Время (мин)	Деятельность учащихся
1	Организационная часть	Приветствие учащихся Проверка присутствующих	5	Приветствие преподавателя.
2	Сообщение темы и цели урока	Сообщает тему, цели урока.	5	Слушают. Запись темы урока.
3	Мотивация	Рассказывает о важности темы	5	Слушают.
4	Актуализация опорных знаний	Задаёт вопросы и анализирует их ответы. Дополняет и при необходимости поправляет обучающихся.	15	Отвечают на вопросы, слушают.
5	Сообщение нового учебного материала	Рассказывает новый материал, по ходу рассказа демонстрирует слайды	45	Слушают, конспектируют, изучают слайды
6	Закрепление новых знаний	Выдает каждому обучающемуся тестовое задание.	15	Выполняют тестовое задание.

Мотивация учащихся: Тема «Установка инструмента в револьверную головку, его регистрация» очень важна оператору станков с ЧПУ для дальнейшего применения в практической работе.

Вопросы для актуализации опорных знаний:

1. За что отвечает каждая панель главного пульта управления?
2. Подготовительные функции перед включением станка.

Изложение нового учебного материала:

Философия новой стойки P300 это совмещение всей информации на одном экране.

Поэтому все данные для инструмента можно использовать в системах CAS и IGF после окончания полной регистрации.

Дисплей данных инструмента разделен на три закладки.

- Информация о магазине, здесь отображаются инструменты, которые установлены в магазине.
- Данные инструмента (Все), Здесь отображаются все инструменты, зарегистрированные на стойке станка.
- Контроль за сроком службы инструмента

Существуют 2 пути регистрации инструмента.

1.) Регистрация инструмента и установка в магазин (TOOL register and attach) (из таблицы информации о магазине)

2.) Регистрация данных об инструменте (Register tool data) (from TOOL DATA tab)

Оба варианта описаны в презентации с иллюстрациями и пояснениями.

Закрепление новых знаний:

Каждый обучающийся получает инструмент и при преподавателе регистрирует в системе станка все данные об этом инструменте. При этом учитывается время. В приложении В представлены слайды для проведения данного занятия.

Вопросы для контроля:

1) В какой закладке отображаются инструменты, установленные в магазине?

а) Magazine Info

б) Tool shape

в) Tool Life Manage

2) В какой закладке отображаются все инструменты, зарегистрированные на стойке станка?

а) Magazine Info

б) Tool shape

в) Tool Life Manage

3) Функция «Tool List in Use» предназначена для того, чтобы:

а) выявить какой инструмент используется в программе.

б) отобразить библиотеку неиспользуемого инструмента.

в) показать окно дополнительного оборудования.

4) Какое окно отображает графические данные инструмента?

а) Graphic Data

б) Tool Offset Data

в) Tool List for IGF

5) Какая функция отвечает за Настройку действительного вылета модели инструмента?

а) Select Tool

б) Change Setting

в) Select Holder

Ключ к тесту.

1 – а, 2 – б, 3 – а, 4 – а, 5 – б.

В данном разделе выпускной квалификационной работы были проанализированы профессиональные стандарты по профессиям: «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» и «Фрезеровщик». Приведена учебная программа повышения квалификации фрезеровщиков 5 разряда на операторов станка с ЧПУ 4 разряда, разработан учебно-тематический план дисциплины «Установка инструмента в револьверную головку, его регистрация», а также разработан урок теоретического обучения с последующим закреплением новых знаний в виде тестирования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящей выпускной квалификационной работе совершенствуется технологический процесс изготовления детали «Клоц». Совершенствование технологического процесса изготовления детали ведется с применением современного станка с числовым программным управлением MU-5000V, а также применения современного металлорежущего инструмента зарубежной фирмы Mitsubishi, ST Group и выбраны рекомендуемые режимы резания. Также был разработан фрагмент управляющей программы. В методической части дипломного проекта проанализирован профессиональный стандарт «Оператор-наладчик обрабатывающих центров» и представлена разработка занятия для переподготовки фрезеровщиков 5 разряда на операторов станков с ЧПУ 4 разряда. По одной из тем консультационного курса разработан урок теоретического обучения с использованием презентации. В экономической части дипломного проекта выполнен расчет экономической эффективности от совершенствования базового тех процесса.

Таким образом, в результате дипломного проектирования был усовершенствован технологический процесс механической обработки детали «Клоц». Поставленные цели были достигнуты, задачи выполнены.

					ДП 44.03.04.125ПЗ	Лист
						80
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Анализ заводского технологического процесса механической обработки детали: Метод. рекомендации к выполнению практ. работы по технологии машиностроения / Т. А. Козлова. Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф. – пед. ун-та, 1999. 33 с.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т.Т. 1.6-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение,1982. 736с.
3. Белоусов А. П. Проектирование станочных приспособлений: Учебное пособие для учащихся техникумов. - 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. школа,1980. – 240 с., ил.
4. Горбачев А. Ф., Шкред В. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие для машиностроительных спец. Вузов. Минск.: Вышэйш. шк., 1979. 464 с.
5. Добрыднев И. С. Курсовое проектирование по предмету «Технология машиностроения». М.: Машиностроение,1985.184с.
6. Егоров М. Е., Дементьев В. И., Дмитриев В.Л. Технология машиностроения: Учеб. для втузов. Изд. 2-е, доп. М.: Высш. школа, 1976. 534с.
7. Задания и методические указания к контрольной работе №2 по технологии машиностроения. / Сост. В. М. Батягин др.; Свердлов. инж.-пед. ин-т. Свердловск, 1988.63с.
8. Козлова Т.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф. – пед. ун-та, 2001. – 169 с.
9. Методические рекомендации и задания для проведения практических занятий и для самостоятельной работы студентов по курсу «Технология машиностроения» / Сост. Т. А. Козлова; Свердлов. инж.-пед. ин-т. Сведловск.1989, 24с.

10. Обработка металлов резанием: Справочник технолога/ А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. ред. А.А. Панова М.: Машиностроение. 1988.- 736с.: ил.

11. Расчеты экономической эффективности новой техники. Справочник. Под ред. д-ра экон. наук проф. К.М. Великанова. Л.: «Машиностроение», 1975. 432 с.

12. Справочник технолога-машиностроителя: В 2 т./ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. М.: Машиностроение, 1972. Т.1. 694с.

13. Справочник технолога-машиностроителя: В 2 т. Т. 1./ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1985. 656с.

14. Справочник технолога-машиностроителя: В 2 т. Т. 2./ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1985. 496с.

15. Технология машиностроения: Спец. часть: Учеб. для машиностроит. спец. вузов / А.А. Гусев, Е. Р. Ковальчук, И. М. Колесов и др. М.: Машиностроение, 1986. 480 с.

16. Ершова Л.И. Култышева И.А Методические рекомендации и задания к практическим занятиям по дисциплине «Приспособления для механосборочного производства». - Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун.-та, 2000. - 25 с.

17. Станочные приспособления: Справ.: В 2 т. Т.2 / Под ред. Б.Н. Вардашкина А.А. Шатилова. - М.: Машиностроение, 1984. - 656 с.

18. Технология машиностроения: В 2кн. Кн.2. Производство деталей машин: Учеб. Пособ. Для вузов/ Э.Л. Жуков, И.И. Козарь, С.Л. Мурашкин и др.; Под ред. С.Л. Мурашкина. – М.: Высш. Шк., 2003. 295 с.: ил.

19. Общемашиностроительные нормативы вспомогательного времени и времени на обслуживание рабочего места на работы, выполняемые на металлорежущих станках: Массовое пр-во. М.: Экономика, 1988. 366 с.

20. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ: Сер. пр-во. М.: Машиностроение, 1974. 136 с.

21. http://www.mitsubishicarbide.com/EU/ru/product/pdf/c_n_other/c006r_i.pdf

22. http://www.mitsubishicarbide.com/EU/ru/product/pdf/c_n_other/c006r_k.pdf

23. http://www.mitsubishicarbide.com/EU/ru/product/pdf/c_n_other/c006r_l.pdf

24. http://www.s-t-group.com/catalogs/stock/YG1/po_naprav/Catalogue_YG1_2017_RUS_Razvertki_01.pdf

25. http://www.pravo.gov.ru/proxy/ips/?doc_itself=&nd=102367599&page=1&rdk=0&intelsearch=%F2%F0%F3%E4%EE%E2%EE%E9+%EA%EE%E4%E5%EA%F1++&link_id=4#I0

ПРИЛОЖЕНИЕ В

УПРАВЛЯЮЩАЯ ПРОГРАММА ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КЛОЦ»

M32
G17 G21 G40 G80 G90

G15 H54
T1 M6

S764 M3
G00 X-57.274 Y22.3
G56 Z19.25 H1
Z34.25
M8
G94
G01 Z9.25 F300
X27.912 Y22.598
G02 X27.987 Y1.007 I0.038 J-10.796
G01 X-57.499 Y0.709
G00 Z19.25
M9
M5
Z1000
M1

NAT2

G15 H1
T2 M6

S4775 M3
G00 X1.5 Y-23.99
G56 Z19.25 H2
Z9.75
M8
G94
G01 Z8.25 F950
X1.495 Y-12.438
G03 X-1.5 Y-12.5 I-1.497 J-0.062
G01 Y-23.99
X1.5
Z7.25
X1.495 Y-12.438
G03 X-1.5 Y-12.5 I-1.497 J-0.062
G01 Y-23.99
X1.5

					ДП 44.03.04.125ПЗ	Лист
						84
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		

Z6.25
 X1.495 Y-12.438
 G03 X-1.5 Y-12.5 I-1.497 J-0.062
 G01 Y-23.99
 X1.5
 Z5.25
 X1.495 Y-12.44
 G03 X-1.5 Y-12.5 I-1.497 J-0.061
 G01 Y-23.99
 X1.5
 Z4.25
 X1.495 Y-12.44
 G03 X-1.5 Y-12.5 I-1.497 J-0.061
 G01 Y-23.99
 X1.5
 Z3.25
 X1.495 Y-12.44
 G03 X-1.5 Y-12.5 I-1.497 J-0.061
 G01 Y-23.99
 X1.5
 Z2.25
 X1.495 Y-12.44
 G03 X-1.5 Y-12.5 I-1.497 J-0.061
 G01 Y-23.99
 X1.5
 Z1.25
 X1.495 Y-12.44
 G03 X-1.5 Y-12.5 I-1.497 J-0.061
 G01 Y-23.99
 X1.5
 Z0.25
 X1.495 Y-12.44
 G03 X-1.5 Y-12.5 I-1.497 J-0.061
 G01 Y-23.99
 X1.5
 Z-0.75
 X1.495 Y-12.44
 G03 X-1.5 Y-12.5 I-1.497 J-0.061
 G01 Y-23.99
 X1.5
 Z-1.75
 X1.495 Y-12.44
 G03 X-1.5 Y-12.5 I-1.497 J-0.061
 G01 Y-23.99
 X1.5
 Z-2.75
 X1.495 Y-12.44
 G03 X-1.5 Y-12.5 I-1.497 J-0.061
 G01 Y-23.99
 X1.5

Z-3.75
 X1.495 Y-12.44
 G03 X-1.5 Y-12.5 I-1.497 J-0.061
 G01 Y-23.99
 X1.5
 Z-3.95
 X1.495 Y-12.44
 G03 X-1.5 Y-12.5 I-1.497 J-0.061
 G01 Y-23.99
 G00 Z19.25
 M9
 M5
 Z1000
 M1

 NAT03

 G15 H1
 T3 M6

 S3820 M3
 G00 X12.846 Y4.669
 G56 Z19.25 H3
 Z10.75
 M8
 G94
 G01 Z9.25 F300
 G03 X7.564 Y-0.902 Z8.25 I-4.346 J-1.169
 X7.564 Y-0.902 I0.936 J4.402
 X10.484 Y-1.244 I1.97 J4.174
 X13.552 Y0.583 I-1.134 J5.392
 X14.359 Y6.623 I-4.795 J3.715
 X8.5 Y11. I-6.615 J-2.745
 G01 Y6.
 X-11.
 Y1.
 X11.
 Y6.
 X8.5
 Y11.
 X-16.
 Y-4.
 X16.
 Y11.
 X8.5
 X12.846 Y4.669
 G03 X7.564 Y-0.902 Z7.25 I-4.346 J-1.169
 X7.564 Y-0.902 I0.936 J4.402
 X10.484 Y-1.244 I1.97 J4.174
 X13.552 Y0.583 I-1.134 J5.392

					ДП 44.03.04.125ПЗ	Лист
						86
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		

X14.359 Y6.623 I-4.795 J3.715
 X8.5 Y11. I-6.615 J-2.745
 G01 Y6.
 X-11.
 Y1.
 X11.
 Y6.
 X8.5
 Y11.
 X-16.
 Y-4.
 X16.
 Y11.
 X8.5
 X12.846 Y4.669
 G03 X7.564 Y-0.902 Z6.25 I-4.346 J-1.169
 X7.564 Y-0.902 I0.936 J4.402
 X10.484 Y-1.244 I1.97 J4.174
 X13.552 Y0.583 I-1.134 J5.392
 X14.359 Y6.623 I-4.795 J3.715
 X8.5 Y11. I-6.615 J-2.745
 G01 Y6.
 X-11.
 Y1.
 X11.
 Y6.
 X8.5
 Y11.
 X-16.
 Y-4.
 X16.
 Y11.
 X8.5
 X10.498 Y7.532
 G03 X7.564 Y-0.902 Z5.45 I-1.998 J-4.032
 X7.564 Y-0.902 I0.936 J4.402
 X10.484 Y-1.244 I1.97 J4.174
 X13.552 Y0.583 I-1.134 J5.392
 X14.359 Y6.623 I-4.795 J3.715
 X8.5 Y11. I-6.615 J-2.745
 G01 Y6.
 X-11.
 Y1.
 X11.
 Y6.
 X8.5
 Y11.
 X-16.
 Y-4.
 X16.

Y11.
X8.5
G00 Z19.25
M9
M5
Z1000
M1

NAT04

G15 H1
T4 M6

S4775 M3
G00 X2.5 Y-19.
G56 Z19.25 H4
Z13.25
M8
G94
G01 Z1.25 F400
Y-12.5
G03 X-2.5 Y-12.5 I-2.5 J0.
G01 Y-19.
G00 Z19.25
X2.5
Z8.05
G01 Z-3.95
Y-12.5
G03 X-2.5 Y-12.5 I-2.5 J0.
G01 Y-19.
G00 Z19.25
Z1000
M1

NAT04

G15 H1

S7639 M3
G00 X5.477 Y-6.5 Z19.25
Z12.95
M8
G94
G01 Z5.45 F400
X17.
G03 X18.5 Y-5. I0. J1.5
G01 Y12.
G03 X17. Y13.5 I-1.5 J0.
G01 X-17.
G03 X-18.5 Y12. I0. J-1.5

					ДП 44.03.04.125ПЗ	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		88

G01 Y-5.
G03 X-17. Y-6.5 I1.5 J0.
G01 X-5.477
G00 Z19.25
M9
M5
Z1000
M1

NAT05

G15 H1
T5 M6

S7639 M3
G00 X24.5 Y16.
G56 Z19.25 H5
M8
G71 Z19.25
G83 Z8.049 R10.25 Q2 F100 M53
G80
Z1000
M1

NAT06

G15 H1
T6M6
G56H6

S15915 M3
G00 X24.5 Y16.
Z19.25
Z9.673

NAT07

M8
G94
G01 X24.271 F120
G02 X24.271 Y16. Z9.173 I0.229 J0.
X24.271 Y16. Z8.673 I0.229 J0.
X24.271 Y16. Z8.173 I0.229 J0.
X24.271 Y16. Z7.673 I0.229 J0.
X24.271 Y16. Z7.173 I0.229 J0.
X24.271 Y16. Z6.673 I0.229 J0.
X24.271 Y16. Z6.173 I0.229 J0.
X24.271 Y16. Z5.673 I0.229 J0.
X24.271 Y16. Z5.173 I0.229 J0.

X24.271 Y16. Z4.673 I0.229 J0.
 X24.271 Y16. Z4.173 I0.229 J0.
 X24.271 Y16. Z3.673 I0.229 J0.
 X24.271 Y16. Z3.173 I0.229 J0.
 X24.271 Y16. Z2.673 I0.229 J0.
 X24.271 Y16. Z2.173 I0.229 J0.
 X24.271 Y16. Z1.673 I0.229 J0.
 X24.271 Y16. Z1.173 I0.229 J0.
 X24.271 Y16. Z0.673 I0.229 J0.
 X24.271 Y16. Z0.173 I0.229 J0.
 X24.271 Y16. Z-0.327 I0.229 J0.
 X24.271 Y16. Z-0.827 I0.229 J0.
 X24.271 Y16. Z-1.327 I0.229 J0.
 X24.271 Y16. Z-1.827 I0.229 J0.
 X24.271 Y16. Z-2.327 I0.229 J0.
 X24.299 Y15.888 Z-2.787 I0.229 J0.
 G01 X24.5 Y16.
 Z9.673
 G00 Z19.25
 Z1000
 M1

NAT08

G15 H1
 T6M6
 G56H6

CALL OO88 PA=-90 PC=0 PX=0 PY=0 PZ=0 PH=1 PP=2
 S4775 M3
 G00 X18. Y-1.75 Z29. A-90. C0.
 M8
 G71 Z29
 G83 Z-9 R20. Q2 F120 M53
 G80
 Z1000
 M1

NAT09

G15 H1
 T8M6
 G56H8

CALL OO88 PA=-90 PC=0 PX=0 PY=0 PZ=0 PH=1 PP=2
 S4610 M3
 A-90. C0.
 G00 X18. Y-1.75
 Z29.
 Z29.

Z20.
 M8
 G94
 G01 X16.65 F250
 G02 X16.65 Y-1.75 Z18. I1.35 J0.
 X16.65 Y-1.75 Z16. I1.35 J0.
 X16.65 Y-1.75 Z14. I1.35 J0.
 X16.65 Y-1.75 Z12. I1.35 J0.
 X16.65 Y-1.75 Z10. I1.35 J0.
 X16.65 Y-1.75 Z8. I1.35 J0.
 X16.65 Y-1.75 Z6. I1.35 J0.
 X16.65 Y-1.75 Z4. I1.35 J0.
 X16.65 Y-1.75 Z2. I1.35 J0.
 X16.65 Y-1.75 Z0. I1.35 J0.
 X16.65 Y-1.75 Z-2. I1.35 J0.
 X16.65 Y-1.75 Z-4. I1.35 J0.
 X16.65 Y-1.75 Z-6. I1.35 J0.
 X16.65 Y-1.75 Z-8. I1.35 J0.
 X19.35 Y-1.75 Z-9. I1.35 J0.
 G01 X18.
 Z20.
 G00 Z29.
 Z1000
 M9
 M5
 X-700 Y500
 A0C0
 M33
 M30
 M02

					ДП 44.03.04.125ПЗ	Лист
						91
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		



Как регистрировать данные инструмента

Философия новой стойки Р300 это совмещение всей информации на одном экране.

Поэтому все данные для инструмента можно использовать в системах CAS и IGF после окончания полной регистрации.

Дисплей данных инструмента разделен на три закладки.

- Информация о магазине, здесь отображаются инструменты, которые установлены в магазине.

- Данные инструмента (Все), Здесь отображаются все инструменты, зарегистрированные на стойке станка.

- Контроль за сроком службы инструмента



Информация о магазине

Magazine Info

MOUNTED SPOT	TNO	TOOL COMMENT	KIND	SIZE	USE
TURRET 1	2	DRILL 040	L		
READY STATION					
RETURN STATION					
1	100	ROUGH	L		
2	20	FACE MILL 040	M		
3	25	END MILL 010	M		
4	22	CHAMFER	M		
5	5	GROOVING	L		
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					

Tool Shape

Tool Life Manag.



TOOL DATA 81.MIN 2 SPINDLE

ADJUST

TOOL DATA SETTING

TRJ	PRG	PROCESS KIND	CUT POS.	MGH	USE
1		ROUGH OD	VERT. A	11	
2		1 FINISH OD	BASE A	1	
3		2 FINISH OD	VERT. A	1	
4		1 DRILL HSS	BASE A	6	
5		1 DRILL ID	BASE A	6	
6		2M-END MELL	BASE A	4	
7		3M-END MELL	VERT. A	8	
8		1M-DRILL	BASE A	10	
9		2M-DRILL	VERT. A	10	
10		1M-DRILL	BASE A	10	
11		2M-DRILL	VERT. A	10	
12		1M-TAP	BASE A	8	
13		2M-TAP	VERT. A	8	
14		1M-TAP	BASE A	8	
15		2M-TAP	VERT. A	8	
16		1M-TAP	BASE A	8	
17		2M-TAP	VERT. A	8	
18		1M-TAP	BASE A	8	
19		2M-TAP	VERT. A	8	
20		1M-TAP	BASE A	8	
21		2M-TAP	VERT. A	8	
22		1M-TAP	BASE A	8	
23		2M-TAP	VERT. A	8	
24		1M-TAP	BASE A	8	
25		2M-TAP	VERT. A	8	

TOOL NO. 1 3 TOOL POSITION NO. 1 3

BASIC POS. CUT POS. 1 BASE A BA : 0.000

K	Z	Y
BASE OFFSET	349.200	0.000
TOOL OFFSET	0.000	0.000
TOOL WEAR	0.000	0.000

NOSE-R COMP 7.500 9

TOOL POSITION COMMENT

TOOL TYPE FLAT G-MILL

TOOL SHAPE

NUMBER OF TEETH N 7

END MELL LENGTH L 50.000

END MELL DIA. D 15.000

TOOL LIFE MANAGE (N ACTUAL)

GROUP NUMBER 0 N SET 0 N ACTUAL 0

REMAINING(X) 0

CURT. TOOL NO. 4 CURT. MG NO. 1

TOOL REGIST POSITION ADD TOOL NO. SEARCH TOUCH SETTER MANUAL TOOL CHG DISPLAY CHANGE



TOOL DATA 81.MIN 2 SPINDLE

ADJUST

TOOL DATA SETTING

GRJ	SELECT	MGH	LIFE	ENTER TOOL (1/3)
1		OK	3 9 10	
2		OK	2 11	
3		OK	4 12	
4		OK	14	
5		OK		
6		OK		
7		OK		
8		OK		
9		OK		
10		OK		
11		OK		
12		OK		
13		OK		
14		OK		
15		OK		
16		OK		
17		OK		
18		OK		
19		OK		
20		OK		
21		OK		
22		OK		
23		OK		
24		OK		
25		OK		

TOOL NO. 4

TOOL COMMENT

SELECT HOLDER IN-8012-H10-H2K-A53

SELECT SLEEVE

SELECT TOOL 3075-PCML12

TOOL TYPE IN SINGLE F

TOOL SHAPE

TOOL ANGLE A1 80.000

EDGE ANGLE A2 5.000

HOLDER LENGTH L 250.000

HOLDER DIA. D 32.000

NOSE R 0.000

TOOL LIFE MANAGE

GROUP NUMBER 3

N SET 0 LIFE OK

N ACTUAL 0 GAUGE OK

REMAINING(X) 0

CURT. TOOL NO. 4 CURT. MG NO. 1

GRJ. SEARCH MANUAL TOOL CHG DISPLAY CHANGE

Процедура: Выберите кнопку «Tool REG&ATT»

Процедура: Введите значения

Номер инструмента:
100

Комментарий: ID Rough

Тип инструмента:
Turning (выбирается из предложенного меню)

Размер инструмента:
Standard (выбирается из предложенного меню.)

Базовая позиция: Здесь указывается фиксированная позиция в котором проводим измерение инструмента по датчику.

Базовая позиция:

В базовом прилагающемся меню двенадцать зафиксированных позиций.

Оператор может выбрать здесь необходимую позицию.
Для левого и правого шпинделя.

BASIC POSITION	
1	BASE A
2	BASE B
3	BASE A 45.000
4	BASE B 45.000
5	VERT. A
6	VERT. B
7	BASE A
8	BASE B
9	BASE A 45.000
10	BASE B 45.000
11	VERT. A
12	VERT. B

Базовая позиция:

Используйте кнопку
"Curt.Pos reading" [F4]
Чтение базовой позиции.

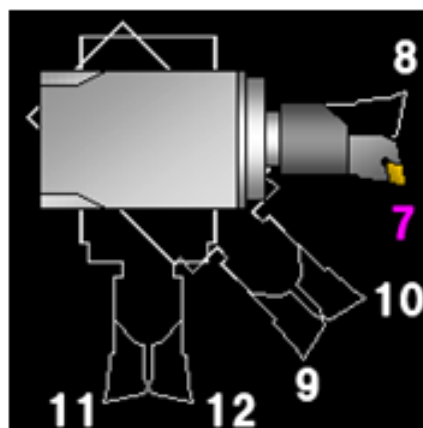
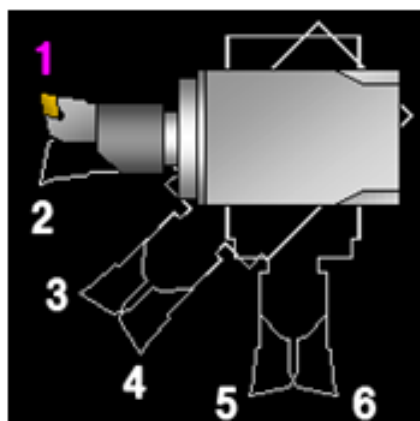
Эта кнопка позволяет
считать действительное
положение
инструментального
шпинделя, и его положение
относительно оси
(M602/M603) прямо со
станка (текущего
положения).

Функция считывания текущей позиции.
Угол H1 револьверной головки.
BA=0 BA=45 BA=90 или произвольный угол
M индексированная позиция
M602/M603 0 градусов или 180 градусов

[Считывание действительной позиции]

--> Проверьте действительное положение инструментального шпинделя,
затем регистрируйте данные инструмента.

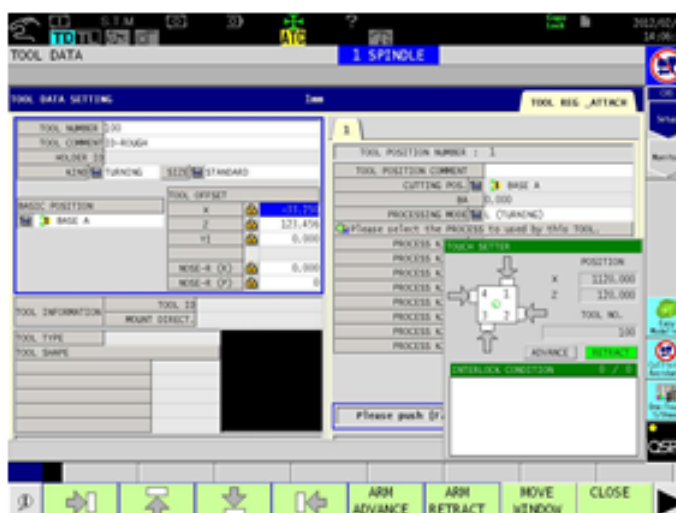
Вспомогательная картинка: положения 1 – 12 фиксированные (выбраны OKUMA)
13- 20 свободные позиции могут использоваться по необходимости



Процедура:

Выберите режим привязки
по датчику Touch setter.

Определите вылеты
инструмента по датчику
(процедура аналогична P200
стойке)



Процедура:

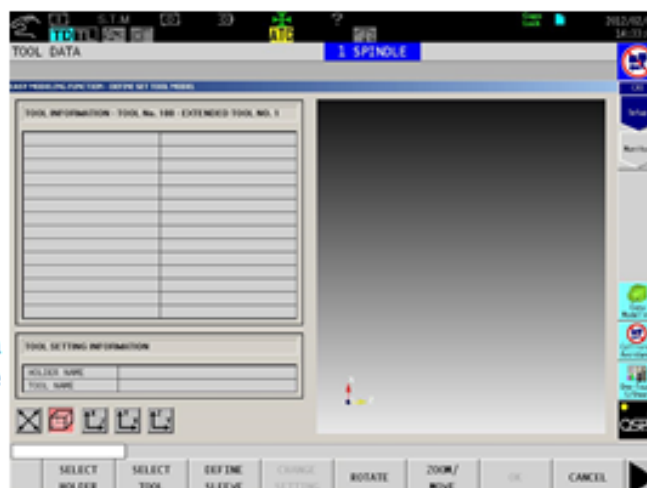
Следующим шагом регистрируем данные для системы CAS.

Возможно пропустить эту установку!

Примечание:

Данные моделей для CAS являются приоритетной информацией по инструменту для системы IGF.

Поэтому установки для CAS иногда можно не выполнять, в этом случае в системе IGF не будет доступных приоритетных инструментов!



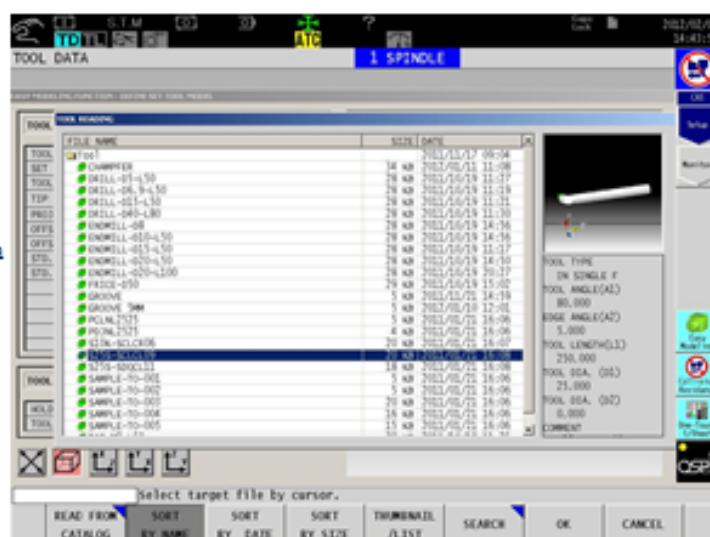
Процедура:

Нажмите кнопку



“Select Tool” [F2]

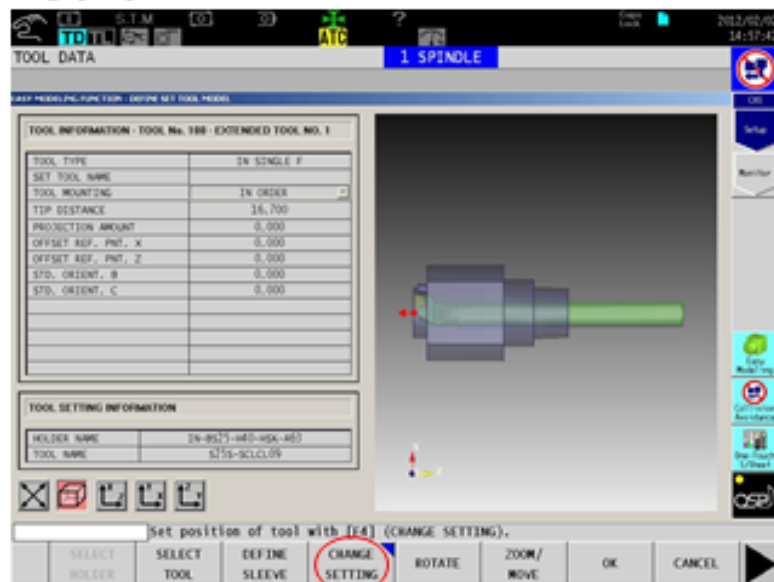
Выберите модель инструмента из библиотеки



Процедура:

Настройте действительный вылет модели инструмента используя кнопку

“ Change Setting” [F4].



Процедура:

Настройте вылет инструмента используя кнопку

“ Auto Set” [F4].

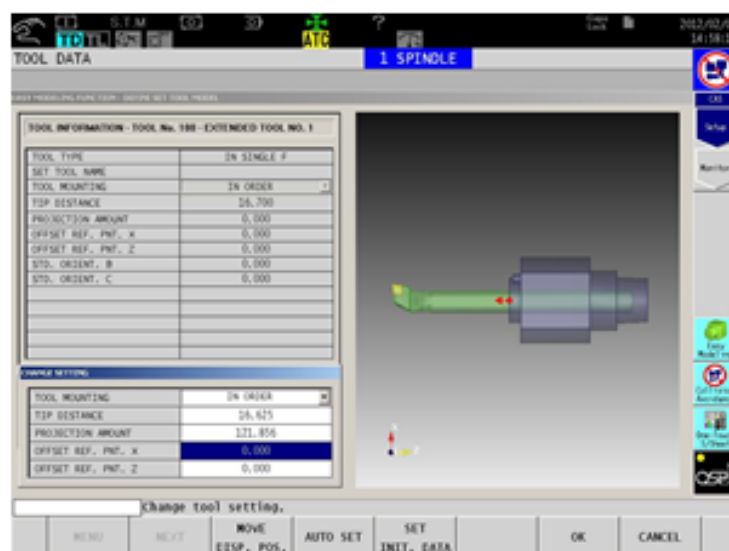
Завершите установку, выберите

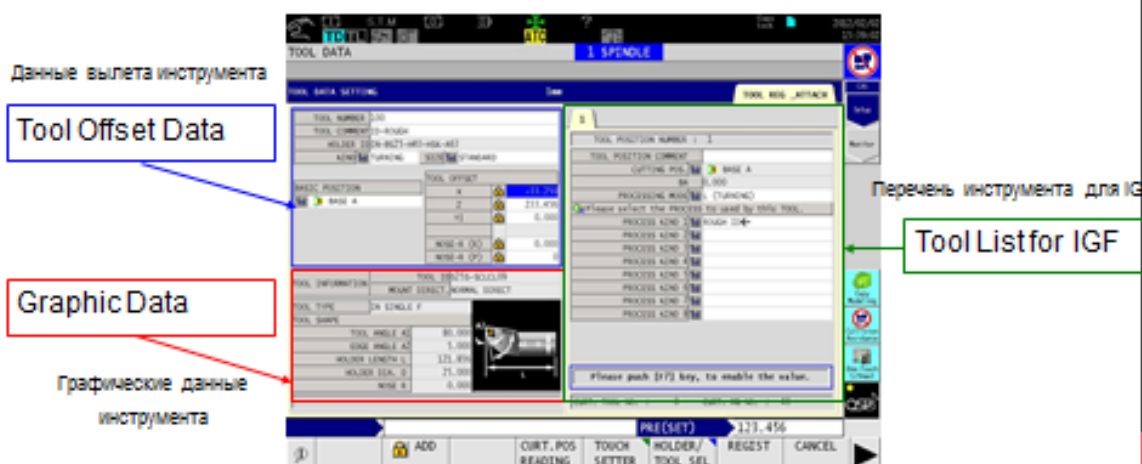
“ OK “

и

“ OK “

снова.



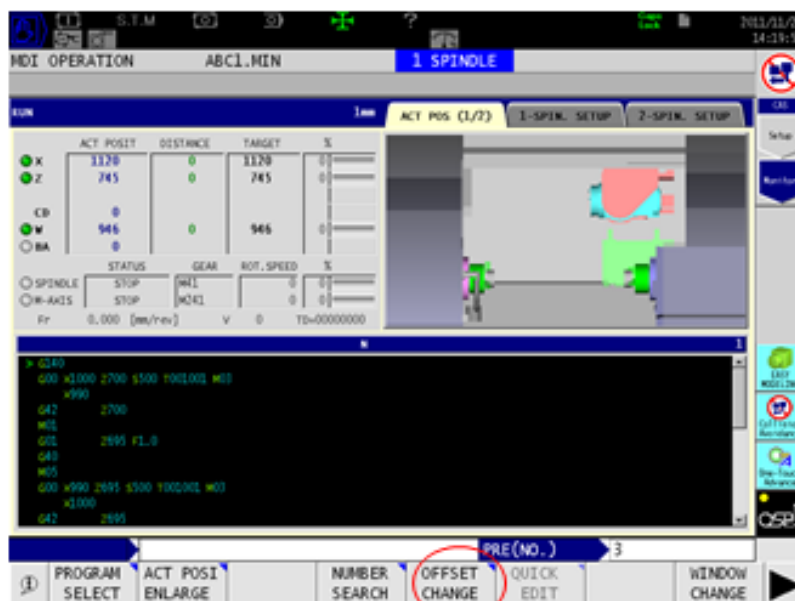


TOOL List in use

Для примера,

Согласно спецификации станок имеет 60 позиций, зарегистрированного инструмента на станке больше 100 позиций. Фактически не возможно установить весь зарегистрированный инструмент в магазин. Это означает что у нас есть перечень инструмента объемом более 100 позиций (ToolData ALL) и магазин, в который мы можем поставить 60 инструментов (Magazine Info). Для получения точного представления какой инструмент установлен в магазине а какой только зарегистрирован (или не зарегистрирован) Okuma представляет функцию "TOOL LIST in USE".

Когда управляющая программа выбрана, функция «TOOL LIST in USE» сканирует программу, что бы выявить какой инструмент используется в программе.



Режим Автомат AUTO --> F1 (Выбор программы)
Нажмите F5 (Смена вылетов OFFSET CHANGE)



TOOL LIST in use работает при выбранной NC программе
Появляется перечень используемого инструмента.
Цель этого перечня быстрое изменение данных инструмента в режиме Рабочего дисплея.
Пустая линия означает, что данных об инструменте нет в базе данных стойки.
Возможно, данные есть в перечне неустановленного инструмента или инструмент еще не зарегистрирован.

TOOL DATA AL.MIN 1 SPINDLE

TOOL DATA SETTING 1mm MAGAZINE INFO. TOOL DATA (ALL) TOOL LIFE DATA

ROUTED SPOT	TNO	TOOL COMMENT	KIND	SIZE	USE
TURRET 1	5		L		
READY STATION					
RETURN STATION					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8	1		L		
9	2		L		
10					
11					
12	7		L		
13					
14					
15					
16					

TOOL NO. 5

TOOL COMMENT
SELECT HOLDER OUTSIDE-A-HP-HSK-A63
SELECT TOOL SAMPLE-YD-001

TOOL TYPE SINGLE

TOOL SHAPE

TOOL ANGLE A2 55.000
EDGE ANGLE A2 3.000
STOCKING OUT L 0.000
HOLDER DIA. D 25.000
NOSE R 0.000

TOOL LIFE MANAGE
GROUP NUMBER 4
N. SET 0 LIFE OK
N. ACTUAL 0 GAUGE OK
REMAINING 0

CURT. TOOL NO. : 5 CURT. PG. NO. : 1

LACK-TL LIST UNMNT-TL ATTACH TOOL DETACH MANUAL TOOL CHG ACT POS ON/OFF DISPLAY CHANGE

Режим установки данных инструмента --> Залка информации магазина --> F3 Lack Tool list

TOOL DATA TEST.MIN 1 SPINDLE

TOOL DATA SETTING 1mm MAGAZINE INFO. TOOL DATA (ALL) TOOL LIFE DATA

ROUTED SPOT	TNO	TOOL COMMENT	KIND	SIZE	USE
TURRET 1	100-ROUGH		L		
READY STATION					
RETURN STATION					
1	300-FINISH		L		
2	400-ROUGH		L		
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					

Lack Tool List

TNO	KIND	SIZE
2 DRILL	STANDARD	

PRE(NO.) 2

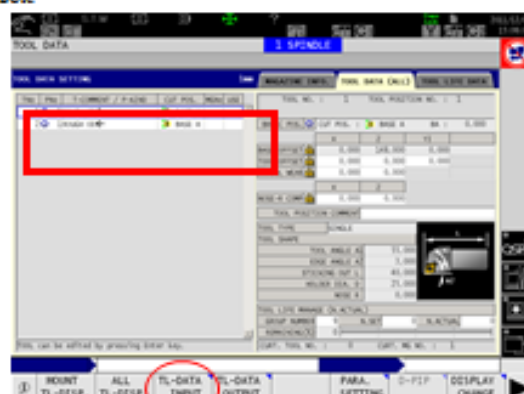
TURRET ATTACH MAGAZINE ATTACH TOOL DETACH USE TOOL CHANGE ACT POS ON/OFF DISPLAY CHANGE

После использования Lack Tool List, в правом окошке отобразятся недостающие инструменты.

Функция сохранения данных инструмента (Tool data IN/OUT function)

На новой стойке P300 есть возможность сохранить все зарегистрированные инструменты. Этот файл данных составлен только на основе данных NC программы. Данные моделей CAS не включены.

Если вы используете эти данные для другого станка, пожалуйста проверьте данные моделей для инструмента и державок.



Режим установки данных инструмента --> Закладка TOOL DATA --> Установите курсор на список инструмента

Затем нажмите ▲

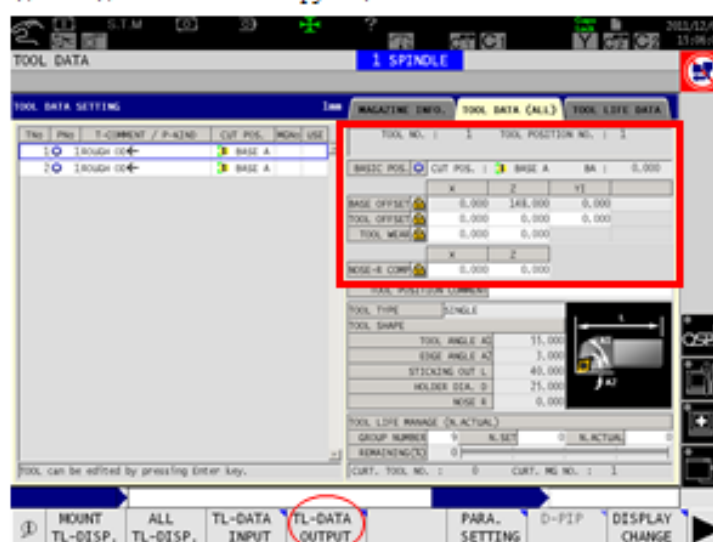
F3 [TOOL DATA INPUT] F4 [TOOL DATA OUTPUT] отобразятся

Функция сохранения данных инструмента

Примечание:

Если курсор на позиции определения вылета инструмента.

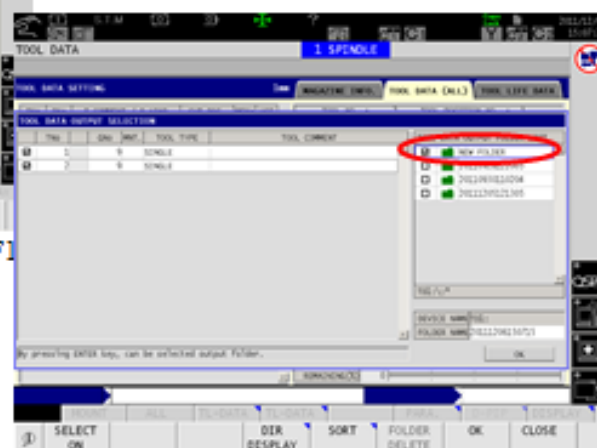
Функция Ввод/Вывод не появляется в функциональных кнопках.



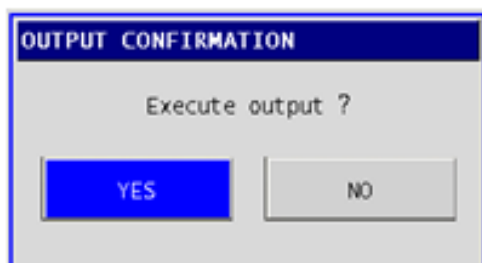
Нажмите F4 [TOOL data out put]



Выберите номер инструмента нажатием F1



Выберите местоположение файла
и имя папки



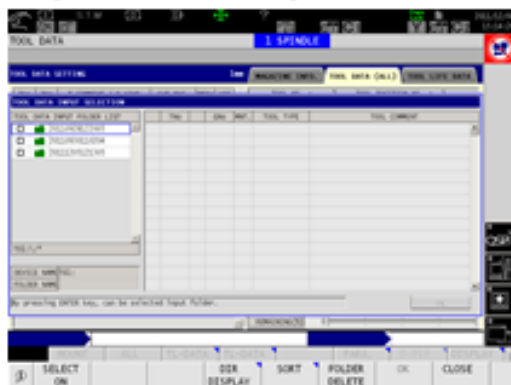
Нажмите ОК, затем появится диалоговое окно
Нажмите [F6] и начнется процесс
формирования данных.



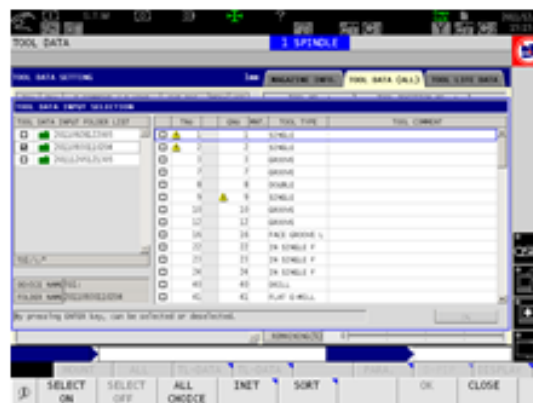
Каждый номер инструмента имеет свой
файл индивидуально.
Возможно копирование этих файлов на
USB носитель.



F3 [TOOLDATAINPUT]



Есть возможность ввести данные из сохраненного файла в стойку OSP
Выберите папку с данными F1



После выбора папки с данными, OSP сканирует эти файлы автоматически, а затем создает список инструмента.

Если номер инструмента уже имеется на стойке OSP, появляется значок ⚠ на перечне.
Есть возможность использовать эти файлы с данными на других станках.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

					ДП 44.03.04.125ПЗ	Лист
						107
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		